

doi: 10.7690/bgzdh.2019.10.001

基于角色的态势产品生成控制方法

强立, 杨凡德

(航天工程大学复杂电子系统仿真重点实验室, 北京 101416)

摘要: 为满足态势产品目标任务的使用需求, 提出一种基于角色的态势产品生成控制方法。在分析态势产品生成与任务态势需求的基础上, 构建基于角色的态势产品生成模型。通过概念格从任务态势需求中提取备选角色集合, 再根据可理解性和不可替代性筛选出具有价值的角色, 得到角色及其层次关系结构。以角色结构约束态势产品模块结构, 实现对态势产品生成过程的控制。案例分析结果表明了该方法的可行性。

关键词: 角色; 态势产品; 生成控制

中图分类号: TP391 **文献标志码:** A

Situation Product Generation Control Method Based on Role

Qiang Li, Yang Fande

(Complex Electronic System Simulation Key Laboratory, Aerospace Engineering University, Beijing 101416, China)

Abstract: In order to generate task-oriented situation products, a role-based control method for situation product generation is proposed. Firstly, based on the analysis of situation product generation and task situation requirement, a role-based situation product generation model is constructed. Secondly, a set of alternative roles is extracted from task situation requirement relationship by concept lattice, and then valuable roles are selected according to comprehensibility and irreplaceability, and the role and its hierarchical structure are obtained. Finally, the role structure is used to constrain the modular structure of situation product, and the process of situation product generation is controlled. The case analysis results show feasibility of the method.

Keywords: role; situation product; generation control

0 引言

准确把握用户特点, 提供个性化服务, 现已成为智能指挥决策的重要需求。战场态势产品是否符合目标任务使用需求尤其是信息内容需求, 是影响指挥员快速高效决策的重要因素, 是态势产品生成中应当重点考虑的问题。

围绕态势产品满足任务需求, 可以将研究重点分为 2 种: 一种是按需服务, 重点在于产品信息的服务分配方式; 一种是按需生成, 重点在于产品面向目标需求的生成方式。

在服务方式上, 目前系统实践中主要有“发布—订阅”与“推送”。“推送”主动式服务相对而言对指挥员认知水平要求较低, 更适合指挥员快速高效决策^[1]。在生成方式上, 美军互操作作战图族(FIOP)依据不同任务层次提供作战态势图, 分为战区级的 COP、战术级的 CTP、火力打击层面的 SIP, 同时对不同作战空间也提供了定制视图, 包括空情图、海情图、地情图、太空图^[2]。在国内研究中, 态势产品分级生成是主要的实现方式^[3-4], 低层态势

产品向高级态势产品提供态势要素, 逐级叠加生成。此外, 田威等^[5]提出一种面向任务的闭环态势生成框架, 以任务需求控制和优化信息融合处理和传感器资源使用。李婷婷等^[6]通过建立分析作战任务、行动阶段、态势图类型、态势产品属性, 基于任务建立态势产品需求定制模型, 结合态势产品与态势计算服务间的内在关系, 由态势源生成不同种类态势产品, 由低级态势产品生成高级态势产品。

态势产品按需生成是按需服务的基础, 在产品生成过程中加以控制将极大提高态势服务效率, 目前态势产品中依据需求控制的研究主要停留在任务层次上, 对任务需求的精细化描述和组织研究不足。

笔者受基于角色的访问控制^[7](role-based access control, RBAC)和个性化推荐^[8]相关研究启发, 提出基于角色的态势产品生成控制方法, 利用概念格对任务需求关系提取备选角色, 结合可解释性判断筛选角色集; 然后基于角色描述和组织任务体系的态势需求; 在利用角色建立层次化任务需求结构的基础上, 映射至态势产品生成过程, 通过角色对应的态势要素集合依据角色父子关系逐级融合

收稿日期: 2019-05-25; 修回日期: 2019-06-30

基金项目: 复杂电子系统仿真重点实验室基础研究基金(DXZT-JC-ZZ-2016-004)

作者简介: 强立(1994—), 男, 陕西人, 硕士, 从事信息系统分析与集成研究。E-mail: qiangli194@163.com。

处理，模块化生成态势产品。

1 基于角色的态势产品生成模型

1.1 问题结构

信息资源主动式服务^[9]实质是建立用户与资源间的匹配和映射关系^[10]。态势产品生成中，用户与资源的匹配关系是任务与态势信息的需求关系，任务需求与态势信息都是由多元因素构成的；因此，描述与组织任务需求和态势信息处理分类是 2 个主要问题。为了在态势融合处理中控制产品生成，需要基于任务需求来约束产品生成的程序和方式。综合以上考虑，需要一种能够耦合需求结构和产品结构的模型，首先，组织战场任务体系的态势需求并描述其层次结构，其次，要将任务需求映射为产品目标，在任务体系下建立产品层次结构。

1.2 角色的引入

RBAC 对“用户—资源”关系的控制取得了很好效果，通过角色将原有关系转化为“用户—角色—资源”，可以起到管理主客体关系的作用。在态势产品生成中引入角色，构造“任务(M)—角色(R)—态势要素(E)”的需求组织关系。其中：任务是战场任务体系，包含多样需求；态势要素是构成战场态势的基本单元，用于量化描述态势信息；角色是对任务态势需求特点的描述，通常一个任务会关注几个方面的态势信息，任务体系中会有多个任务共同关注某方面态势信息。这些被多个任务关注的态势信息可以反映任务需求的共性。笔者以任务需求共性及其对应的态势要素集合含义定义角色。

1.3 任务需求组织与产品生成控制

引入角色后，可以利用角色组织任务需求。某一任务体系内，任务集合 $M = \{m_1, m_2, \dots, m_k\}$ ，关注领域的态势要素 $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ ，一个角色 r 是二元集合： $r = (M', E')$ ，其中 $M' \subseteq M$ ， $E' \subseteq E$ ， r 表示任务集合 M' 中所有任务都需求 E' 中的态势信息。这样每个任务 m_i 对应的态势要素集合 $E(m_i)$ 可以由该任务对应的角色 $\{r_1, r_2, \dots, r_i\}$ 来描述，有

$$E(m_i) = E(r_1) \cup E(r_2) \cup \dots \cup E(r_i)。(1)$$

合适的角色集合 R 通过上述方式可以描述任务体系对态势的需求。同时， R 中的角色按照对应态势要素集的关系具有一定的层次结构，若 $r_1, r_2 \in R$ ， $r_1 = (M_1, E_1)$ ， $r_2 = (M_2, E_2)$ ，则 $E_1 \subseteq E_2$ 表示角色 r_2

关注的态势信息包含了 r_1 关注的态势信息，可以说明 r_2 的态势需求层次比 r_1 高。由 R 中各角色依据需求层次构造的结构称为角色层次结构，用于描述任务体系的需求结构如图 1 所示。图中父角色的需求层次比子角色高。

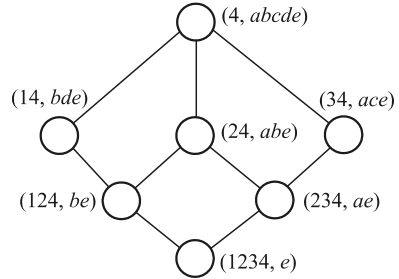


图 1 角色层次结构

角色层次结构可以用于控制产品模块化生成。角色 r 对应的态势要素集合 E 通常具有一个确定的主题，即由 E 中的态势要素可以分析某一方面态势问题。在明确主题的情况下，可以固定 E 中态势要素的融合处理方式，只需要根据数据输入实例化处理过程，使得 E 中包含要素间非线性涌现的信息以及得到这些信息的处理方式，成为具有态势意义的信息模块。每个角色对应一个态势信息模块，模块根据角色层次结构，由低层向高层融合处理得到任务态势产品。

1.4 态势产品生成模型

基于角色的空间态势产品生成模型如图 2。任务通过分配角色获取其关注的态势模块，再以产品作为态势要素和态势模块逐步融合的结果，为任务提供态势信息支持，不需要再关注图中虚线表示的任务到态势要素的需求关系。模型通过角色层次化组织任务需求，将需求关系映射至产品生成过程，使态势产品在生成中面向任务目标，使态势产品可以为任务体系快速提供服务。

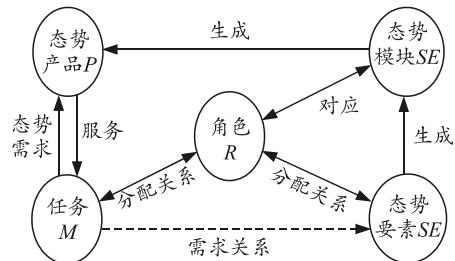


图 2 基于角色的态势产品生成模型

2 基于概念格的角色提取

2.1 概念格简介^[11]

概念格 (concept lattice) 是对形式概念及概念间

关系的建模和分析方法，能够从二元关系列表中分析关系特点并用形式概念及其格结构表达。

定义 1(形式背景) 三元组 $K=(G,M,I)$ 称为形式背景(formal context)，其中： G 为对象集合； M 为属性集合； I 是定义在 G 和 M 上的二元关系，即 $I \subseteq G \times M$ 。

定义 2(形式概念) 形式背景 (G,M,I) 中， $A \subseteq G$ ， $B \subseteq M$ ，若 $A=g(B)$ 且 $B=f(A)$ ，则称 $C=(A,B)$ 为形式背景 (G,M,I) 上的形式概念，可简称为概念。其中： $f(A)$ 表示 A 中对象具有的全部属性； $g(B)$ 表示具有 B 中属性的全部对象；对象集合 A 称为概念 C 的外延(Extent)，属性集合 B 称为概念 C 的内涵。

由 $K=(G,M,I)$ 产生的完备格结构称为该形式背景下的概念格 $L(K)$ ，概念格中以形式概念外延集合的包含关系确定概念间的偏序关系，记为“ \leq ”。如果不存在使 $(A_1,B_1) \leq (A_3,B_3) \leq (A_2,B_2)$ 成立的 (A_3,B_3) ，则称 (A_2,B_2) 与 (A_1,B_1) 具有父子关系。

2.2 概念格与角色提取的对应关系

形式概念由外延和内涵的形式背景分析得到，这与角色从任务与态势要素的需求关系分析问题形式一致。形式概念的内涵指概念的属性，角色中的态势要素共同反映角色的含义。形式概念的外延指拥有内涵属性的对象，角色中的任务就是需求这些态势要素的任务， $C=(A,B)$ 可以表示 A 、 B 间的对应关系，角色 $R=(M,E)$ 表示任务集合与态势要素集合的对应关系。即形式概念与角色在定义结构和获取方式上一致。

前文中已经分析过，角色中要素通常围绕一个共同的态势问题。态势问题之间具有范围大小和包含关系，即角色中要素集合的包含关系建立了角色层次。形式概念通过外延确定父子关系建立格结构，将概念格倒置就可转化为内涵格结构表示角色层次。

角色提取可以等价于从“任务—态势要素”形式背景中构造概念格，2 个问题在形式和求解方法上具有一致性，可以利用概念格求解和优化的算法进行角色提取。

应当注意的是，由于形式概念对于内涵和外延唯一对应的定义，一些被不同对象重复对应的内涵集合不会单独成为形式概念。这些对象与内涵的二元集合与其他关系一起出现在形式概念中，不影响

对这类关系的表示。但这些二元集合可能具有明确的态势含义，对角色提取有重要的意义，因此，可以将这些二元集合提取出来，与概念集合一起作为备选的角色。

2.3 角色提取流程

综合考虑角色实用性和方法效率，笔者基于概念格产生备选角色集合，然后分析角色可理解性与可替代性进行角色筛选。角色提取流程步骤如图 3。

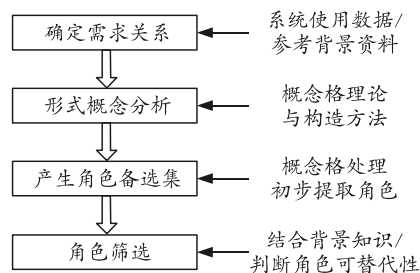


图 3 角色提取流程

首先由系统使用数据或领域知识分析任务与态势要素的需求关系。然后对需求关系进行形式概念分析，得到概念及其格结构。概念本身可作为备选的角色，同时通过父子概念二元集合的运算得到其他可能有价值的角色，共同组成角色备选集。再结合态势背景知识和任务系统业务逻辑分析角色的可解释性，筛选良好角色。将筛选的角色还原到概念格结构中，处理得到角色层次结构，完成角色提取。

2.4 基于概念格构造角色备选集合

在以任务态势需求关系为形式背景产生概念格后，笔者在概念格的基础上构造角色备选集合。对概念格进行 2 步操作：1) 将概念格父子关系转化为角色层次关系，即将概念格上下倒置得到角色层次结构；2) 将约简父子角色中的属性集合。

由概念格直接得到的角色层次结构中，将角色 r 的子角色 $child_j(r)$ 的内涵分别从 r 的内涵中删去，每对父子角色 r 与 $child_j(r)$ 都将相应地产生一个内涵集合 $Intent(r'_j)$ ：

$$Intent(r'_j) = Intent(r) - Intent(child_j(r)),$$

$$j = 1, 2, \dots, n. \quad (2)$$

同时对于父角色 r 与其全部的 n 个 $child_j(r)$ 子角色也可以一个内涵集合：

$$Intent(r'_0) = Intent(r) - \bigcup Intent(child_j(r)),$$

$$j = 1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

将这上述内涵集合统一表示为： $Intent(r'_j)$ ，

$j = 0, 1, 2, \dots, n$ 。

为这些内涵集合赋予其对应的外延，即该关系中父角色 r 的外延：

$$\text{Extent}(r'_j) = \text{Extent}(r), \quad j = 0, 1, 2, \dots, n. \quad (4)$$

将内涵与外延集合构成一个新的二元集合，即是由 r 与子角色产生的新角色：

$$r'_j = \{\text{Intent}(r'_j), \text{Extent}(r'_j)\}, \quad j = 0, 1, 2, \dots, n. \quad (5)$$

备选角色集由概念格中的形式概念集合 R 与其产生的角色集合 R' 组成。

新产生的角色虽然并不符合形式概念的定义，但是仍然可以在角色层次结构中沿用父子角色关系的定义。

定义 3 角色 $r_2(M_2, E_2)$ 是 $r_1(M_1, E_1)$ 的父角色，当且仅当：

$$(M_1, E_1) \leq (M_2, E_2) \Leftrightarrow M_2 \subseteq M_1 \Leftrightarrow E_2 \supseteq E_1 \quad (6)$$

且不存在 $r_3(M_3, E_3)$ ，使得 $(M_1, E_1) \leq (M_3, E_3) \leq (M_2, E_2)$ 。

该定义将概念格中父子概念的定义拓展到备选角色集当中。根据该定义，角色 r'_j 的内涵是 r_i 内涵的子集，其外延与 r_i 相同。显然，由角色 r_i 与其子角色产生的角色 r'_j 具有唯一的父角色 r_i 。可以根据 r_i 与 r'_j 的父子关系将其加入角色层次结构中，并在结构图中为两节点连线。

2.5 角色筛选

笔者进行角色筛选的目的是选出在作战任务和态势信息维度上具有含义的角色，以便明确角色相应模块的态势主题，方便产生生成和任务使用。角色筛选的原则有 2 条：1) 选择可解释的角色；2) 对于不易解释的角色要判断其可替代性，如果可替代则可以删去，否则应当加入最终角色集。

为了判断角色在关系覆盖和层次结构是否不可替代，首先给出角色关系集合的定义，然后基于角色集合定义角色可替代。

定义 4(角色关系集合) 对于角色 $r = (\{m_1, m_2, \dots, m_a\}, \{e_1, e_2, \dots, e_b\})$ ，其关系集合为 $F(r) = \{(m, e) | m \in \{m_1, m_2, \dots, m_a\}, e \in \{e_1, e_2, \dots, e_b\}\}$ 。 $F(r)$ 是角色 r 中包含的全部任务与态势要素的两两对应关系的全集。对于角色集合 R ， $F(R) = \{(m, e) | (m, e) \in F(r), r \in R\}$ 。

定义 5(角色可替代) 若对于角色 r 与角色集

R ，若 $F(r) \subseteq F(R)$ ，则称角色 r 可被角色集 R 替代。

该定义也提供了判断角色可被集合 R 替代的方法，即判断角色中的关系是否全部属于集合 R 的关系集。

命题 1 记形式背景 K 中所有关系集合为 (M, E) ， $(M, E) = \{(m, e) | m \in M, e \in E\}$ 。形式背景 $K = (M, E, I)$ 下生成的备选角色集 R ，若 $r \in R$ 且 r 可被 $R - \{r\}$ 替代，则 $F(R - \{r\}) = (M, E)$ 。

证明：由角色 r 可被 $R - \{r\}$ 替代，有 $F(r) \subseteq F(R - \{r\})$ 。若 $F(R - \{r\}) = (M, E)$ 不成立，且 (M, E) 是所有关系的全集，必然有 $F(R - \{r\}) \subsetneq (M, E)$ 。又由 $F(R) = (M, E)$ ，有 $(M, SE) - F(R - \{r\}) = F(R) - F(R - \{r\}) \subsetneq F(r)$ ，不等式移项得 $(M, E) \subsetneq F(r) + F(R - \{r\})$ ，由于 $F(r) \subseteq F(R - \{r\})$ ，故有 $(M, E) \subsetneq F(R - \{r\})$ ，该不等式显然不成立，因此， $F(R - \{r\}) = (M, E)$ 。证毕。

该命题说明，如果一个角色 r 可以被备选角色中其他角色替代，去除 r 后剩余角色集合可以覆盖形式背景中的关系集，即去掉 r 后对角色集合表达需求关系没有影响。

笔者再通过下面的命题说明去掉 r 后如何建立新的角色层次关系。

命题 2 备选角色集 R 中的角色 r 有 a 个子角色和 b 个父角色，记其子角色为 $\text{child}_i(r), i = 1, 2, \dots, a$ ，记其父角色为 $\text{parent}_j(r), j = 1, 2, \dots, b$ 。若在角色层次结构中删去 r ，则每个 $\text{child}_i(r)$ 与每个 $\text{parent}_j(r)$ 间成立了父子关系。

证明：由 r 与 $\text{child}_i(r)$ 的父子关系有偏序 $\text{child}_i(r) \leq r$ ，且不存在 r' 使得 $\text{child}_i(r) \leq r' \leq r$ ；由 $\text{parent}_j(r)$ 与 r 的父子关系有偏序 $r \leq \text{parent}_j(r)$ ，且不存在 r'' 使得 $r \leq r'' \leq \text{parent}_j(r)$ 。由偏序关系的传递性，存在偏序关系 $\text{child}_i(r) \leq \text{parent}_j(r)$ ，且 $\text{child}_i(r)$ 与 $\text{parent}_j(r)$ 偏序关键间不存在 r 之外的角色，因而删除 r 后， $\text{child}_i(r)$ 与 $\text{parent}_j(r)$ 间将成立父子关系。证毕。

根据上面的命题，如果删去角色 r ，在角色层次模型中将 r 的每个子角色与 r 的每个父角色建立父子关系，就可建立新的角色层次模型。对于没有子角色或父角色的底层或顶层角色的，直接删去不

影响其他角色的层次结构，可直接删去建立新的角色层次模型。

角色筛选的实现步骤如下：

1) 输入备选角色集 R 及其层次关系，根据背景知识和业务逻辑初步选定角色，将这些角色记为集合 RS ，记 RN 为初始时未被选中的角色集合， RD 初始为空集。

2) 判断 $F(RS)=(M,E)$ 是否成立，若成立，令 $RD=R-RS$ ， $RN=\emptyset$ ，进入 4)。否则继续。

3) 在角色层次结构中，从顶层角色开始，寻找 RN 中的角色 r_i ；判断该角色能否被集合 RS 替代。如果可以被 RS 替代，则将 r_i 添加进 RD 并在 RN 中删除；如果不能被 RS 替代，则标记 r_i 并添加进 RS 中，更新 $RS=RS+\{r_i\}$ 。

4) 在角色层次结构中，从顶层角色开始，删去 RD 中的角色 r ，建立 $parent(r)$ 与 $child(r)$ 间的父子关系。

5) 重复 3)、4)，直至 RN 为空集时结束。输出最终筛选出的角色集合为 RS ，删去的角色集合为 RD ，并得到 RS 的角色层次结构。

可以证明，筛选出的角色可以覆盖形式背景中的需求关系。

命题 3 经过上述步骤筛选出的 RS ， $F(RS)=(M,E)$ 。

证明：对 $F(RS)=(M,E)$ 成立的情况不必证明。对初始 $F(RS)=(M,E)$ 不成立的情况，上述步骤中最终删去角色集合 RD 中的任意元素 r_i ，由于 r_i 经过判断添加进 RD ，其可被当时的 RS_i 集合替代。即有 $F(r_i) \subseteq F(RS_i)$ ，且 $RD \cap RS_i = \emptyset$ ，由于 $r_i \notin RS_i$ ，有 $RS_i \subseteq R - \{r_i\}$ ， $F(r_i) \subseteq F(RS_i) \subseteq F(R - \{r_i\})$ ，再由命题 3， $F(R - \{r_i\}) = (M,E)$ 。对 RD 中的另一元素 r_j ， $r_i, r_j \notin RS_j$ ，同理有 $F(r_j) \subseteq F(RS_j) \subseteq F(R - \{r_i, r_j\})$ ， $F(R - \{r_i, r_j\}) = (M,E)$ 。同理，当遍历 $RD = \{r_1, r_2, \dots, r_d\}$ 中的全部元素后，有 $RS_d = R - RD$ 且 $F(R - RD) = (M,E)$ ，故 $F(RS_d) = (M,E)$ 。 RS_d 为删去最后一个元素 r_d 后的集合，因此， RS_d 就是最终的 RS ，即有 $F(RS) = (M,E)$ 。证毕。

经过角色筛选，笔者根据角色含义筛选出了具有价值的角色，同时在初选角色的基础上补充了不能替代的角色，保证了角色对需求关系的完全覆盖，最终得到筛选后的角色及层次关系结构。

3 案例及分析

以空间任务域中雷达侦察卫星在轨运行任务为例，研究面向该任务系统的空间态势产品生成控制问题。在轨运行中，任务包括在轨运行管理任务、测控通信、雷达载荷工作、轨道姿态控制、故障分析、公用设备的运转 5 个子任务，将总体任务编号为 1，子任务依次编号为 2~6。参考相关资料^[12]，选定在轨运行中关注的 19 种态势要素如表 1。根据任务与态势要素的需求关系建立形式背景如表 2。

表 1 态势要素

编号	态势要素	编号	态势要素
a	空间航天器运动	k	电离层充电效应
b	己方中继卫星分布	l	特殊区域 (SAA)
c	己方地面站分布	m	太阳活动
d	航天器设备电磁环境	n	可跟踪大碎片、流星体与废弃航天器
e	高层大气	o	微小空间碎片与流星体
f	电磁辐射	p	敌方侦查装备分布
g	太阳光压	q	敌方干扰设备分布
h	高能粒子	r	敌方攻击武器分布
i	地球磁场	s	国际社会环境
j	电离层通信干扰效应		

表 2 形式背景

外延	内涵																		
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2		1	1	1		1				1			1					1	
3				1	1					1			1					1	
4	1				1		1		1				1	1					
5				1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6						1		1	1	1	1	1	1		1				

如图 4 所示，使用 Bordat 算法^[13]对该形式背景构造概念格，得到 9 个形式概念。

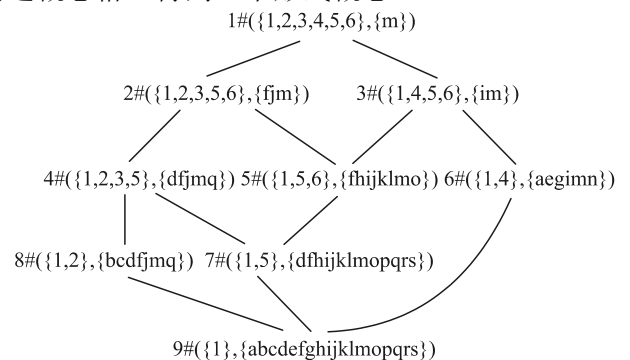


图 4 形式背景表 2 下的概念格

根据备选角色集的产生方法，基于该概念格产生了 12 个新角色，分别为 10#(12356,fj)，11#(1456,i)，12#(1235,dq)，13#(156,hiklo)，14#(156,fhjklo)，15#(14,aegn)，16#(156,bc)，17#(15,hikloprs)，18#(15,dpqrs)，19#(1,abceg)，20#(1,aeghiklnoprs)，

21#(1,bcdfhjklpqrs)。12 个新产生的角色与原有 9 个形式概念形成备选角色集合，包括 21 个角色。

对备选角色，根据其态势要素和相应的任务判断角色的态势含义，筛选出 13 个角色。未被选出的角色中，11#、14#、15#、17#、19#、20#、21#是由概念运算产生的新角色，可以被其父角色替代。3#是概念格中的角色，经过关系集合判断，可被选出的 13 个角色替代。筛选出的角色集合 RS 及其含义如表 3。

表 3 筛选后的角色

编号	要素	任务	角色含义解释
1#	m	123456	重要态势要素：太阳活动态势
2#	fjm	12356	干扰无线电的空间自然环境态势
4#	dfjmq	1235	(任务角色)影响无线电信号的空间态势
5#	fhijklmo	156	(任务角色)与公用平台运转相关的空间态势
6#	aegimn	14	(任务角色)与轨道姿态控制相关的空间态势
7#	dfhijklmopqrs	15	(任务角色)可能引起航天器故障的空间态势
8#	dcdfjmq	12	(任务角色)影响测控通信的空间态势
9#	adcdefghijklmnopqrs	1	(任务角色)与航天器在轨运行相关的空间态势
10#	fj	12356	干扰无线电的常规空间环境情况
12#	dq	1235	干扰无线电的空间实体态势
13#	hiklo	156	可能造成设备损坏的自然环境态势
16#	bc	12	己方通信保障力量情况
18#	dpqrs	15	威胁对航天器功能和安全的实体态势

在角色层次结构中，11#、14#、15#、17#、19#、20#、21#可直接删去，3#删去后将其子角色 1#与父角色 6#相连，重构完整的角色层次结构。角色集 RS 的层次结构如图 5。

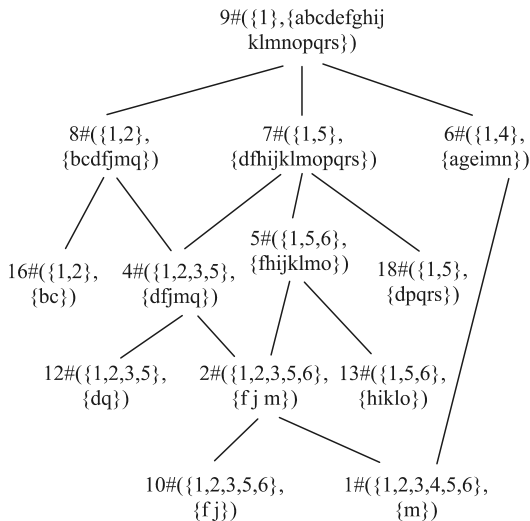


图 5 角色层次结构

由各任务对应角色的层次结构可得到任务产品的生成过程。任务产品由任务角色的子角色对应态势信息模块，以及任务角色可能独有的态势要素融

合生成。每个子角色对应的态势信息模块同样由其子模块及单独态势要素融合生成。信息模块根据角色的含义确定其融合的目标和方式，可以被多个高层次模块调用融合。

以任务 2 为例，其对应的角色结构如图 6 所示。其任务产品是影响航天器测控通信的空间态势信息，由 2 个子模块融合得到，分别为“己方通信保障力量情况”和“影响无线电信号的空间态势”。其中：“影响无线电信号的空间态势”由“干扰无线电的空间自然环境态势”与“干扰无线电信号的空间实体态势”融合得到；“干扰无线电信号的空间自然环境态势”由“干扰无线电的常规空间环境情况”与单要素模块“太阳活动态势”融合得到。常规空间环境情况指没有突然情况时影响信号传播的态势。太阳活动事件属于突发事件，可能爆发电磁波辐射强度、地球电离层和磁场异常等综合效应，对信号传播也造成影响，是多个任务关注的态势要素，因此，作为重点要素成为一个信息模块。

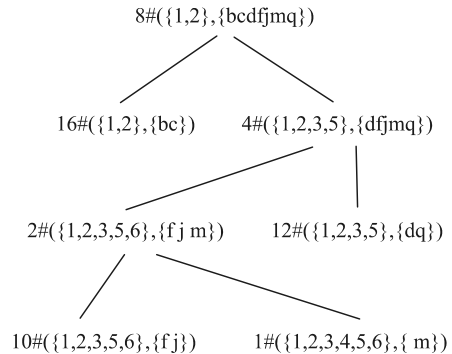


图 6 任务 2 对应的角色结构

确定模块内容后也就确定了其处理方式，对于每个模块，只需要关注其直接子模块间的融合处理，子模块的信息由其自身的直接子模块融合处理得到，这样就面向单个任务从态势要素生成产品转化为面向模块处理态势信息，对特定任务也只需要分配和关注其产品的直接子模块。态势要素和任务都是抽象的，具体数据信息根据实际背景选择输入后实例化模块，就可以面向特定背景任务集合处理生成态势产品。

本例中筛选出的角色具有态势含义，对相同任务域中的其他任务产品生成也有作用。战场中任务体系中目标多样，任务目标随作战进程变化可能会超出态势系统设计的任务目标范围，而角色含义在态势层面上的一般性使得面对新任务时能依目标快速选择，并根据所选角色生成该任务的态势产品。

参考文献:

- [1] 蔡雨轩, 欧阳名钊, 付跃刚. 影响激光主动探测效能的机理研究[J]. 激光与红外, 2018, 48(4): 2-5.
- [2] 赵延仲, 孙华燕, 宋丰华. 猫眼效应用于激光主动探测技术的研究现状与发展趋势[J]. 激光与光电子学进展, 2010, 47(10): 2-3.
- [3] 刘秉琦, 周斌. 基于圆孔阵列调制的“猫眼”目标隐身技术[J]. 光电工程, 2012, 39(3): 1-6.
- [4] 刘秉琦, 周斌, 张瑜. 利用介质膜高反镜实现“猫眼”目标有效隐身[J]. 半导体光电, 2012, 33(1): 117-119.
- [5] 张玉发, 孙晓泉. 基于离焦方式的光电成像设备激光隐身技术[J]. 红外与激光工程, 2015, 44(8): 2268-2273.
- [6] 董宇, 张悦. 基于磁致旋光效应的光电装备隐身技术[J]. 光学仪器, 2012, 34(6): 80-84.
- [7] 张悦, 华文深, 周斌, 等. 分划板失调时猫眼系统的反射特性[J]. 强激光与粒子束, 2012, 24(8): 3-6.
- [8] 赵延仲, 孙华燕, 樊鹏山, 等. 大角度斜入射情况下的猫眼效应激光反射特性[J]. 强激光与粒子束, 2010, 22(7): 1-3.
- [9] 陈阳, 张安锋, 茹志兵. 反激光探测红外双波段光学系统设计[J]. 红外与激光工程, 2017(9): 3-6.
- [10] 杨新军, 王肇圻, 母国光, 等. 偏心和倾斜光学系统的像差特性[J]. 光子学报, 2005, 34(11): 1658-1662.
- [11] 刘军. 自由曲面在成像光学系统中的研究[D]. 长春: 中国科学院研究生院(长春光学精密机械与物理研究所), 2016: 20-26.
- [12] 李会, 陈青山, 李晓英, 等. 猫眼效应中离焦量对激光回波发散角的影响[J]. 应用光学, 2016, 37(1): 3-5.
- *****
- (上接第 6 页)
- 4 结束语
- 笔者重点研究了基于概念格和角色筛选如何建立角色层次结构, 以及角色层次结构与产品生成的控制关系。在实现过程中, 获取任务需求关系和依模块融合处理态势信息是另外 2 个重要问题, 需要结合任务背景实施。任务需求关系的获取可以通过综合研讨或采集态势系统使用记录。文中方法可以在一定任务集合的关系中生成对其他任务使用有意义的角色, 因此, 任务需求关系的获取不必十分全面。如果能建立模块主题、态势要素与信息处理方式的对应规则, 将进一步提高态势产品生成的效率和系统性水平。这也是下一步重要的研究内容。
- 参考文献:
- [1] 李永红, 郭星华, 单国慧. 主动式态势图服务关键技术研究[J]. 测绘科学, 2006(2): 63-65, 5.
- [2] 赵宗贵, 李君灵, 王珂. 战场态势估计概念、结构与效能[J]. 中国电子科学研究院学报, 2010, 5(3): 226-230.
- [3] 陈建林, 巴宏欣, 朱孟平, 等. 联合作战共用战场态势图的构建[J]. 指挥控制与仿真, 2013, 35(2): 21-24.
- [4] 林树. 战场数据链分级态势处理仿真评估系统的设计与实现[J]. 通信技术, 2017, 50(8): 1757-1762.
- [5] 田威, 黄高明. 面向任务的战场态势生成控制与优化[J]. 指挥与控制学报, 2017, 3(2): 144-148.
- [6] 李婷婷, 金欣, 闫晶晶. 面向作战任务需求的态势计算服务组织方法[J]. 指挥信息系统与技术, 2016, 7(5): 25-29.
- [7] 马晓普, 李瑞轩, 胡劲纬. 访问控制中的角色工程[J]. 小型微型计算机系统, 2013, 34(6): 1301-1306.
- [8] 花青松. 个性化推荐系统用户兴趣建模研究与实现[D]. 北京: 北京邮电大学, 2013.
- [9] SHELLING J. A push technology personal librarian project[J]. Australian Academic & Research Libraries, 2012, 43(2): 135-145.
- [10] 丁继红. 个性化教育资源主动服务模式研究[D]. 武汉: 华中师范大学, 2016.
- [11] 韩道军, 侯彦娥, 贾培艳. 基于概念格模型的角色提取[J]. 计算机科学, 2012, 39(12): 162-166.
- [12] 耿文东. 空间态势感知导论[M]. 北京: 国防工业出版社, 2015: 65-80.
- [13] 王玮. 基于概念格的关联规则挖掘及变化模式研究[D]. 济南: 山东大学, 2012.