

文章编号: 1001-2486(2007)06-0086-07

C⁴ISR 需求开发新途径: 基于本体建模*

张维明, 段采宇

(国防科技大学 信息系统与管理学院, 湖南 长沙 410073)

摘要: 针对 C⁴ISR 需求客观上复杂且特殊、主观上难沟通等特点导致 C⁴ISR 需求开发难的问题, 研究 C⁴ISR 需求本体, 提出开发 C⁴ISR 需求的一条新途径: 基于本体建模。首先, 构建 C⁴ISR 需求本体元模型、语义模型, 很大程度上澄清了 C⁴ISR 需求领域知识结构; 然后, 提出基于本体建立 C⁴ISR 需求模型的具体步骤; 最后, 示例说明方法的可行性、有效性, 展示了方法的应用前景。

关键词: C⁴ISR; 需求; 本体; 需求建模

中图分类号: TN914; E96 **文献标识码:** A

A New Approach of C⁴ISR Requirements Development: Modeling Based on Ontology

ZHANG Wei-ming, DUAN Cai-yu

(College of Information System and Management, National Univ. of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: Being complex and special, C⁴ISR requirements are, often comprehended and expressed in various ways. Nowadays the results of C⁴ISR requirements development are unsatisfactory. Therefore, the authors put forward a new approach: modeling C⁴ISR requirements based on ontology. In this paper, the ontology of the basic categories and relationships needed to represent C⁴ISR requirements is present. Ontology model and semantic ontology model are included. In particular, the research focuses on clarifying the domain knowledge about C⁴ISR requirements. After that, a procedure for modeling C⁴ISR requirements based on ontology is supplied. Finally, an illustration is provided to show the feasibility, and effectiveness of the approach, indicating its promising prospect.

Key words: C⁴ISR; requirements; ontology; modeling requirements

C⁴ISR 需求开发问题可划分为“问题存在领域”“问题求解技能”两方面, 这是一个经典工程问题。20 世纪 90 年代以来, C⁴ISR 需求“问题求解技能”受到广泛重视^[1-8]。但是, C⁴ISR 需求“问题存在领域”没有得到相应足够重视, 往往导致数据可重用性差, C⁴ISR 需求领域知识重复分析。

本体论原是哲学的分支, 研究客观事物存在的本质。知识工程界最早给出本体概念的 Neches 等人将其定义为“相关专题的基本术语和关系, 以及利用这些术语和关系构成该专题的规则的组合”^[9]。目前本体研究已经取得大量成果^[10], 例如基于本体实现了软件需求的自动建模^[11]。

事实上, 一般不会遇到完全用自动化定理证明的 C⁴ISR 需求, 我们研究 C⁴ISR 需求本体的首要目的仅仅是使“C⁴ISR 需求模型的组成是什么”更加清晰。为此, 本文在文献[8]的基础上构建了 C⁴ISR 需求领域的本体元模型、语义模型, 基于本体实现 C⁴ISR 需求的一致性、规范性建模。

1 C⁴ISR 需求本体构建

1.1 C⁴ISR 需求本体分析

建立 C⁴ISR 需求本体的目的是科学、准确地开发 C⁴ISR 需求, 这也是 C⁴ISR 需求本体必须实现的功能。C⁴ISR 需求本体功能通过本体构建、本体维护和本体操作来实现, 如图 1 所示。C⁴ISR 需求本体的构建过程如下:

* 收稿日期: 2007-04-28

基金项目: 国家部委基金资助项目

作者简介: 张维明(1962—), 男, 教授, 博士生导师。

第一步,明确利用 C⁴ISR 需求本体解决的 C⁴ISR 需求领域问题(即文献[8]中“C⁴ISR 需求模型假设”给出的必须回答的问题),即确立构建 C⁴ISR 需求本体的准则。

第二步,提炼 C⁴ISR 需求领域本质概念及关联(即文献[8]中“C⁴ISR 需求模型要素”给出的 C⁴ISR 需求本质概念类及其关联关系),形成一个准确而精简的 C⁴ISR 需求本体框架。

第三步,形式化表示概念类及关联,建立本体模型。构建完整的 C⁴ISR 需求本体是一项庞大的工程;目前仅构建了元模型,勾勒了一个有序的多维知识网络和提供语义描述的知识地图。

第四步,针对提出的 C⁴ISR 需求领域问题,基于本体模型提供的有关语义描述的知识地图,建立语义模型,检验本体模型是否合适、是否包含了足够的信息来回答领域问题。

基于本体开发 C⁴ISR 需求,可以提高效率、质量:以语义模型为约束、指导,可以有目的地与能够提供需求的人员进行沟通,采集 C⁴ISR 需求;利用采集的需求,“求解”语义模型,直到语义模型中概念类、关联完全确定;通过对 C⁴ISR 需求领域知识形式化的表达,使 C⁴ISR 需求自动的一致性检查成为可能;按照一定规则组织 C⁴ISR 需求领域知识,可以自动生成 C⁴ISR 需求规格说明书。

1.2 C⁴ISR 需求本体元模型

选用框架法建立 C⁴ISR 需求本体模型,通过在框架的槽值中使用框架、继承,可以建立强大的 C⁴ISR 需求领域知识表示系统,而且语义网络推理中的匹配和属性继承在框架系统中也可以实行。

基于文献[8]提炼的 C⁴ISR 需求领域本质概念类及本质概念类之间的关联关系,鉴于“作战任务”组成“作战使命”且基本属性一致、“作战活动”组成“作战过程”且基本属性一致,考虑“作战使命”类继承“作战任务”类、“作战过程”类继承“作战活动”类,设计由“作战任务”“作战节点”“作战活动”“作战信息”“C⁴ISR 系统”“C⁴ISR 系统功能”“C⁴ISR 技术”和“C⁴ISR 技术性能”8个本质概念类的集合组成的元本体;概念类之间通过属性(框架槽值中框架和继承)建立语义关系。元本体及语义关系如图 2 所示。

C⁴ISR 需求领域其他概念类是元本体的子类,依靠“父子关系”构成以元本体为根的若干个树形结构。本体模型正是元本体及子类横向、纵向关联构成的一个多维的知识网络。

1.3 C⁴ISR 需求语义模型

C⁴ISR 需求语义模型是基于本体模型提供的有关语义描述的知识地图,规范化描述 C⁴ISR 需求。文献[8]基于领域问题设计了 7 个子模型描述 C⁴ISR 需求,并对描述形式做了详细介绍。下面,采用框架表示法严格定义语义模型,并给出本体模型与语义模型之间的映射规则。

(1)作战节点关系模型:包括各层次的“全部-部分”关联信息的“产生-消耗”关联:

MODEL OperationalNodeRelationModel

whole_part: P (OperationalNode × OperationalNode)

producer_consumer: P (OperationalNode × OperationalInformation × OperationalNode)

映射规则 1:

(i) node 存在“father”节点 father_node \Leftrightarrow 存在关联 whole_part (father_node × node);

(ii) node 存在“child”节点 child_node \Leftrightarrow 存在关联 whole_part (node × child_node);

(iii) producer_node “produce” information、节点 consumer_node “consume” information \Leftrightarrow 存在关联 producer_consumer(producer_node × information × consumer_node)。

(2)作战活动模型:包括“全部-部分”、“履行-被履行”、“输入-被输入”、“控制-被控制”和“输出-被输出”关联:

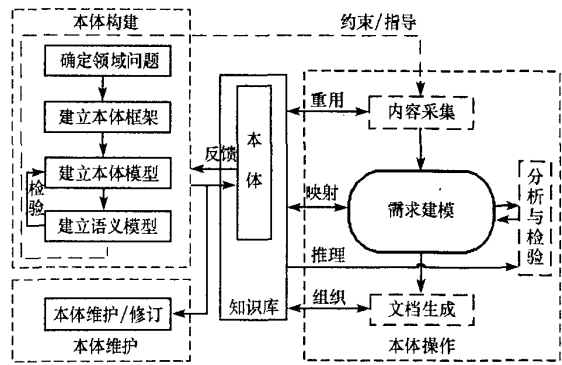


图 1 C⁴ISR 需求本体功能的实现

Fig.1 Implementing function of C⁴ISR requirements ontology

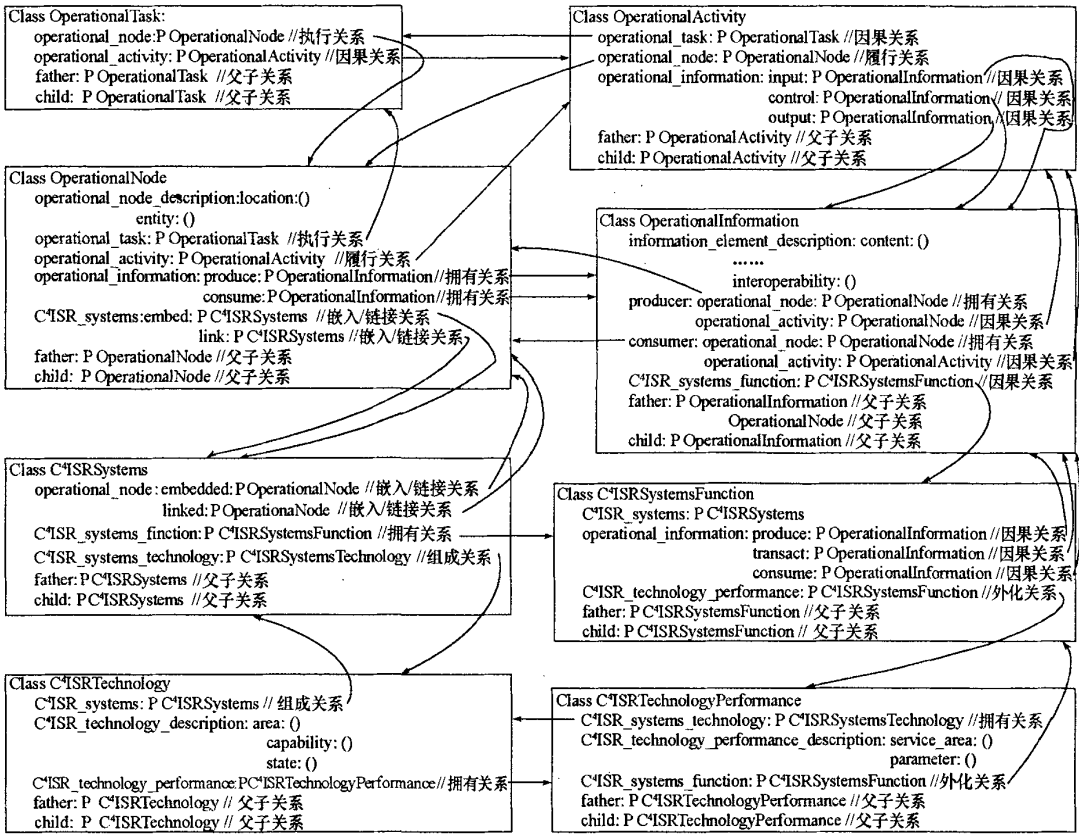


图2 C4ISR需求的元本体及语义关系

Fig.2 Meta-ontology and the semantic relations in C4ISR requirements domain

MODEL OperationalActivityModel

- whole_part: P (OperationalActivity × OperationalActivity)
- performing: P (OperationalNode × OperationalActivity)
- inputting: P (OperationalInformation × OperationalActivity)
- controlling: P (OperationalInformation × OperationalActivity)
- outputting: P (OperationalActivity × OperationalInformation)

映射规则 2:

- (i) activity 存在“father”活动 father_activity ⇔ 存在关联 whole_part(father_activity × activity);
 - (ii) activity 存在“child”活动 child_activity ⇔ 存在关联 whole_part(activity × child_activity);
 - (iii) activity 由“operational_node”节点 node 履行 ⇔ 存在关联 performing(node × activity);
 - (iv) activity 有“operational_information: input”信息 input ⇔ 存在关联 inputting(input × activity);
 - (v) activity 有“operational_information: control”信息 control ⇔ 存在关联 controlling(control × activity);
 - (vi) activity 有“operational_information: output”信息 output ⇔ 存在关联 outputting(activity × output)。
- (3) 作战信息模型: 包括“全部-部分”关联, 以及节点之间、活动之间信息交换的“产生-消耗”关联:

MODEL OperationalInformationModel

- whole_part: P (OperationalInformation × OperationalInformation) //参考文献[12]
- U(OperationalNode × OperationalInformation) //参考文献[12]
- producer_consumer: P (OperationalNode × OperationalInformation × OperationalNode)
- U(OperationalActivity × OperationalInformation × OperationalActivity)

映射规则 3:

- (i) information 存在“father”信息 $f_information \Leftrightarrow$ 存在关联 $whole_part(f_information \times information)$;
- (ii) information 存在“father”节点 $f_node \Leftrightarrow$ 存在关联 $whole_part(f_node \times information)$;
- (iii) information 存在“child”节点 $c_information \Leftrightarrow$ 存在关联 $whole_part(information \times c_information)$;
- (iv) information 存在“producer”节点 $producer_node$ 、存在“consumer”节点 $consumer_node \Leftrightarrow$ 存在关联 $producer_consumer(producer_node \times information \times consumer_node)$;
- (v) information 存在“producer”活动 $producer_activity$ 、存在“consumer”活动 $consumer_activity \Leftrightarrow$ 存在关联 $producer_consumer(producer_activity \times information \times consumer_activity)$ 。

(4)系统功能模型:包括各个层次系统功能之间的“全部-部分”关联,以及数据(作战信息)与C⁴ISR系统功能之间的“输入-被输入”关联、“输出-被输出”关联。

MODEL C⁴ISRSystemsFunctionModel

whole_part: P (C⁴ISRSystemsFunction \times C⁴ISRSystemsFunction)

inputting: P (OperationalInformation \times C⁴ISRSystemsFunction)

outputting: P (C⁴ISRSystemsFunction \times OperationalInformation)

映射规则 4:

- (i) function(t) 存在“father”功能 $father_function(t) \Leftrightarrow$ 存在关联 $whole_part(father_function(t) \times function(t))$;
- (ii) function(t) 存在“child”功能 $child_function(t) \Leftrightarrow$ 存在关联 $whole_part(function(t) \times child_function(t))$;
- (iii) function(t) 产生“operational_information: produce”信息 $produce(t) \Leftrightarrow$ 存在关联 $outputting(function(t) \times produce(t))$ 且不存在关联 $inputting(produce(t) \times function(t))$;
- (iv) function(t) 处理“operational_information: transact”信息 $transact(t) \Leftrightarrow$ 存在关联 $inputting(transact(t) \times function(t))$ 且存在关联 $outputting(function(t) \times transact(t))$;
- (v) function(t) 消耗“operational_information: consume”信息 $consume(t) \Leftrightarrow$ 存在关联 $inputting(consume(t) \times function(t))$ 且不存在关联 $outputting(function(t) \times produce(t))$ 。

(5)功能结构模型:包括“全部-部分”关联,以及系统与节点之间“嵌入-被嵌入”“链接-被链接”关联。

MODEL C⁴ISRFunctionalStructureModel

whole_part: P (C⁴ISRSystems \times C⁴ISRSystems)

embedding: P (C⁴ISRSystems \times OperationalNode)

linking: P (C⁴ISRSystems \times OperationalNode)

映射规则 5:

- (i) systems(t) 存在“father”系统 $father_systems(t) \Leftrightarrow$ 存在关联 $whole_part(father_systems(t) \times systems(t))$;
 - (ii) systems(t) 存在“child”系统 $child_systems(t) \Leftrightarrow$ 存在关联 $whole_part(systems(t) \times child_systems(t))$;
 - (iii) systems(t) 嵌入“C⁴ISR_systems: embed”节点 $embed(t) \Leftrightarrow$ 存在关联 $embedding(systems(t) \times embed(t))$;
 - (iv) systems(t) 链接“C⁴ISR_systems: link”节点 $link(t) \Leftrightarrow$ 存在关联 $linking(systems(t) \times link(t))$ 。
- (6)技术缝隙模型:包括技术之间“全部-部分”关联、技术与系统之间的“支持-被支持”关联。

MODEL C⁴ISRTechnologyForecastModel

whole_part: P (C⁴ISRTechnology \times C⁴ISRTechnology)

supporting: P (C⁴ISRTechnology \times C⁴ISRSystems)

映射规则 6:

- (i) tech(t) 存在“father”技术 $father_tech(t) \Leftrightarrow$ 存在关联 $whole_part(father_tech(t) \times tech(t))$;
- (ii) tech(t) 存在“child”技术 $child_tech(t) \Leftrightarrow$ 存在关联 $whole_part(tech(t) \times child_tech(t))$;
- (iii) tech(t) 支持“C⁴ISR_systems”系统 $systems(t) \Leftrightarrow$ 存在关联 $supporting(tech(t) \times systems(t))$ 。

(7)技术性能模型: C^4 ISR 技术性能与系统功能之间的“支持 - 被支持”关联。

MODEL C^4 ISRTechnologyPerformanceModel

supporting: $P(C^4$ ISRTechnologyPerformance $\times C^4$ ISRSystemsFunction)

映射规则 7:

performance(t)支持“ C^4 ISR _ systems _ function”功能 function(t) \Leftrightarrow 存在关联 supporting(performance(t) \times function(t))。

规则 1 到规则 7 定义的映射都是一一映射,语义模型的所有关联都可以通过本体映射得到。所以,本体模型满足语义模型的要求,语义模型之间的语义具有一致性。

2 基于本体的 C^4 ISR 需求建模

2.1 C^4 ISR 能力需求建模实现算法

针对特定 C^4 ISR 系统,如果没有可提供能力需求语义描述的本体模型,则建模步骤如下:

算法 1:

Step 1 自顶向下分解、确定节点、活动,得到具有层次结构的节点集合(记 M_N)、活动集合(记 M_A)。经 Step 1,得到节点和活动的属性“father”“child”。由“映射规则 1”得作战节点关系模型“whole _ part”关联。由“映射规则 2”得作战活动模型“whole _ part”关联。

Step 2 基于 Step 1 所得节点、活动,选择节点履行的活动(记为 $A(N)$)。为了保证选择的唯一性,约定选择规则: $\cup \text{Sup}\{A|A \subset A(N), A \in M_A\}$ 。即:若 A_a 、 A_b 皆是节点执行的活动, $A_c = A_a \cup A_b$ 且 A_a 、 A_b 、 $A_c \in M_A$,则选择 A_c 。经 Step 2,得到节点属性“operational _ activity”。

Step 3 基于 Step 1 所得节点、活动,选择履行活动的节点(记为 $N(A)$)。为了保证选择的唯一性,约定选择规则: $\cup \text{Sup}\{N|N \subset N(A), N \in M_N\}$ 。即:若 N_a 、 N_b 皆是执行活动的节点, $N_c = N_a \cup N_b$ 且 N_a 、 N_b 、 $N_c \in M_N$,则只选择 N_c 。经 Step 3,得活动属性“operational _ node”。由“映射规则 2”得活动模型“performing”关联。

Step 4 逐一分析节点履行的各个活动,确定各层次的信息。经 Step 4,得到信息的属性“producer”“consumer”“father”和“child”。由“映射规则 3”可得信息模型“whole _ part”关联和“producer _ consumer”关联。

Step 5 基于 Step 4 所得信息的属性“producer”“consumer”,确定节点的输入、输出。对信息 I_a ,若 I_a 的“producer”节点为 N_p ,则 I_a 是 N_p 的“produce”;若 I_a 的“consumer”节点为 N_c ,则 I_a 是 N_c 的“consume”。经 Step 5,得到节点的属性“operational _ information”。由“映射规则 1”可得作战节点关系模型“producer _ consumer”关联。

Step 6 基于 Step 4 所得信息的属性“producer”“consumer”,确定活动的输入、控制和输出。对信息 I_a ,若 I_a 的“producer”活动为 A_p ,则 I_a 是 A_p 的“output”;若 I_a 的“consumer”活动为 A_c ,则 I_a 是 A_c 的“input”(或“control”),在“input”与“control”无法明确区分时看作“control”。经 Step 6,得到活动的属性“operational _ information”。由“映射规则 2”得作战活动模型“inputting”关联、“controlling”关联和“outputting”关联。

通过以上步骤,得到作战节点关系模型、作战活动模型、作战信息模型的所有关联,进而按文献[8]定义的形式生成 C^4 ISR 能力需求描述模型。

2.2 C^4 ISR 系统需求建模实现算法

针对特定 C^4 ISR 系统,如果没有可提供系统需求语义描述的本体模型,则建模步骤如下:

算法 2:

Step 1 分析信息,将信息细化、具体化为数据(信息、数据在具体应用中存在差异,将数据作为新的概念类,以防冲突)。经过 Step 1,得到数据的属性“information _ element _ description”“producer”“consumer”“father”和“child”。

Step 2 分析数据,自顶向下分解 C^4 ISR 系统功能,把数据分配给 C^4 ISR 系统功能。经过 Step 2,得

到系统功能的属性“father”“child”“operational _ information”。由映射规则 4,确定系统功能模型的关联“whole _ part”“inputting”“outputting”。

Step 3 按照功能的不同,把 C⁴ISR 系统划分为若干个功能子系统。经过 Step 3,得到 C⁴ISR 系统的属性“C⁴ISR _ systems _ function”“father”“child”;由系统的属性“C⁴ISR _ systems _ function”,逆映射即得功能的属性“C⁴ISR _ systems”。由映射规则 5,确定功能结构模型的关联“whole _ part”。

Step 4 以作战节点关系模型为基础,把 C⁴ISR 功能子系统分配给各个节点。经过 Step 4,得到 C⁴ISR 系统属性“operational _ node”,以及节点、信息属性“C⁴ISR _ systems”。由映射规则 5,确定功能结构模型关联“embedding”“linking”。

通过以上步骤,得到系统功能模型、功能结构模型的所有关联,进而按文献[8]定义的形式生成 C⁴ISR 系统需求描述模型。

2.3 C⁴ISR 技术需求建模实现算法

针对特定 C⁴ISR 系统,如果没有可提供技术需求语义描述的本体模型,则建模步骤如下:

算法 3:

Step 1 以功能结构模型为基础,自顶向下划分 C⁴ISR 技术领域,预测 C⁴ISR 技术缝隙。经过 Step 1,得到 C⁴ISR 技术的属性“C⁴ISR _ technology _ description”“father”“child”。由映射规则 6,确定 C⁴ISR 技术缝隙模型的关联“whole _ part”。

Step 2 把由 Step 1 所得的“C⁴ISR _ systems _ technology”分配给各个 C⁴ISR 功能子系统。经过 Step 2,得到 C⁴ISR 技术属性“C⁴ISR _ systems”,逆映射即得 C⁴ISR 系统属性“C⁴ISR _ systems _ technology”。由映射规则 6,确定 C⁴ISR 技术缝隙模型关联“supporting”。

Step 3 以系统功能模型为基础,分析由 Step 1 所得的 C⁴ISR 技术的性能参数、指标。经过 Step 3,得到 C⁴ISR 技术性能属性“C⁴ISR _ technology _ performance _ description”“C⁴ISR _ systems _ technology”“C⁴ISR _ systems _ function”;由 C⁴ISR 技术性能的属性“C⁴ISR _ systems _ function”,逆映射即得系统功能的属性“C⁴ISR _ technology _ performance”。由映射规则 7,确定 C⁴ISR 技术性能模型的关联“supporting”。

通过以上步骤,得到了 C⁴ISR 技术缝隙模型、技术性能模型的所有关联,进而按文献[8]定义的形式生成 C⁴ISR 技术需求描述模型。

3 案例:设定的城市防空系统的需求建模

假定为了保护某城市免受导弹攻击,需要开发一个城市防空系统,要求:利用该城市防空系统,能够在弹道导弹的末段实施有效拦截。在合理简化的基础上,介绍基于本体建立 C⁴ISR 需求模型的过程。由于篇幅限制,这里只依据算法 1 建立 C⁴ISR 能力需求模型。

自顶向下分解节点,得到节点类:预警卫星(简记 YJ)、超远程雷达站(简记 CYC)、战区联合指挥控制中心(简记 LZ)、城市防空群(简记 FKQ)、城市防空群司令部(简记 SLB)、雷达站、防空 X 营(X=1,2,3)。

根据分解得到的节点,确定作战节点关系模型的关联“whole _ part”:

whole _ part (FKQ × 雷达站) whole _ part (FKQ × SLB) whole _ part (FKQ × 防空 X 营)

自顶向下分解活动,得到活动类:远程探测(简记 YC)、信息处理(简记 XC)、防空作战(简记 FK)、搜索、评估、决策、交战。确定作战活动模型的关联“whole _ part”与“performing”:

whole _ part (FK × 搜索) whole _ part (FK × 交战) performing (LZ × XC) performing (SLB × 评估)

whole _ part (FK × 评估) performing (YJ × YC) performing (FKQ × FK) performing (SLB × 决策)

whole _ part (FK × 决策) performing (CYC × YC) performing (雷达站 × 搜索) performing (防空 X 营 × 交战)

根据节点履行的活动,确定各层次信息类:目标探测数据(简记 TC)、目标位置信息及行动方案(简记 WZYXD)、城市防空战场态势(简记 CSTS)、目标位置信息及作战命令(简记 WZYML)、目标飞行参数(简记 FX)、目标精确信息(简记 JQ)、目标精确信息及作战命令(简记 JQYML)、营防区战场态势(简记 YTS)。确定作战信息模型的关联“whole _ part”与“producer _ consumer”:

whole_part (FKQ × WZYML)	producer_consumer(XC × WZYXD × FK)	producer_consumer(雷达站 × FX × SLB)
whole_part (FKQ × FX)	producer_consumer(FKQ × CSTS × LZ)	producer_consumer(搜索 × FX × 评估)
whole_part (FKQ × JQ)	producer_consumer(FK × CSTS × XC)	producer_consumer(评估 × JQ × 决策)
whole_part (FKQ × JQYML)	producer_consumer(LZ × WZYXD × SLB)	producer_consumer(SLB × JQYML × 防空 X 营)
whole_part (FKQ × YTS)	producer_consumer(XC × WZYXD × 评估)	producer_consumer(决策 × JQYML × 交战)
producer_consumer(YJ × TC × LZ)	producer_consumer(SLB × CSTS × LZ)	producer_consumer(防空 X 营 × YTS × SLB)
producer_consumer(CYC × TC × LZ)	producer_consumer(评估 × CSTS × XC)	producer_consumer(交战 × YTS × 评估)
producer_consumer(YC × TC × XC)	producer_consumer(SLB × WZYML × 雷达站)	
producer_consumer(LZ × WZYXD × FKQ)	producer_consumer(评估 × WZYML × 搜索)	

根据信息模型的关联“producer_consumer”，直接得到节点关系模型的关联“producer_consumer”：

producer_consumer(YJ × TC × LZ)	producer_consumer(LZ × WZYXD × SLB)	producer_consumer(SLB × JQYML × 防空 X 营)
producer_consumer(CYC × TC × LZ)	producer_consumer(SLB × CSTS × LZ)	producer_consumer(防空 X 营 × YTS × SLB)
producer_consumer(LZ × WZYXD × FKQ)	producer_consumer(SLB × WZYML × 雷达站)	
producer_consumer(FKQ × CSTS × LZ)	producer_consumer(雷达站 × FX × SLB)	

分析作战信息模型的关联“producer_consumer”，确定作战活动模型的关联“inputting”“controlling”“outputting”：

inputting (环境信息 × YC)	outputting (FK × CSTS)	inputting (WZ × 搜索)	outputting (决策 × JQYML)
outputting (YC × TC)	inputting (CSTS × XC)	controlling (ML × 搜索)	inputting (JQ × 交战)
inputting (TC × XC)	outputting (XC × WZYXD)	outputting (搜索 × FX)	controlling (ML × 交战)
outputting (XC × WZYXD)	inputting (WZ × 评估)	inputting (FX × 评估)	outputting (交战 × YTS)
inputting (WZ × FK)	controlling (XD × 决策)	outputting (评估 × JQ)	inputting (YTS × 评估)
controlling (XD × FK)	outputting (评估 × WZYML)	inputting (JQ × 决策)	

这样，就得到了 C⁴ISR 能力需求模型的所有关联，以有向图的形式生成作战节点关系描述模型、以 IDEF0 图的形式生成作战活动描述模型、以表格的形式生成作战信息描述模型即可。

4 结论与展望

C⁴ISR 需求本体以明确方式定义 C⁴ISR 需求领域本质概念及关联，澄清了 C⁴ISR 需求领域知识结构，可以避免重复的领域知识分析；规范化描述 C⁴ISR 需求，为人与人（组织与组织）之间通讯提供共同语言。基于本体的 C⁴ISR 需求开发，术语组织在微观层面都是依据本体模型中各种规范的术语，术语之间宏观联系则依据本体映射形成的语义模型，通过本体操作，可以提高效率、质量。

为满足 C⁴ISR 需求开发、体系结构设计以及系统建设各阶段对先进数据处理机制的要求，需要构建范围更大的“C⁴ISR 本体”；这项工程需要利用信息化建设其他相关成果。实现基于本体的 C⁴ISR 需求开发软件平台、实践中不断完善所提出的方法，是我们当前和即将开展的工作。

参考文献：

- [1] DoD Architectures Working Group. DoD Architecture Framework Version 1.0[R]. DoD, 2004.
- [2] Levis A H, Wagenhals L. C⁴ISR Architectures I : Developing a Process for C⁴ISR Architecture Design[R]. System Architectures Laboratory, C³I Center, MSN 4D2, George Mason University, 2000.
- [3] Wagenhals L W, Shin I, Kim D, et al. C⁴ISR Architectures II : A Structured Analysis approach to architecture design[R]. System Architectures Laboratory, C³I Center, MSN 4D2, George Mason University, 2000.
- [4] Bienvenu P P, Kim D, Levis A H. C⁴ISR Architectures III : An Object-oriented Approach to Architecture Design[R]. System Architectures Laboratory, C³I Center, MSN 4D2, George Mason University, 2000.
- [5] 罗雪山,朱德成,沈雪石. IDEF0 方法在军事综合电子信息系统分析设计中的应用[J]. 国防科技大学学报, 2001, 23(3): 88 - 92.
- [6] 斐波,王聪,徐小岩. C⁴ISR 系统需求获取的方法研究[J]. 军事运筹与系统工程, 2004, 18(1): 7 - 11.
- [7] 罗爱民,黄力,罗雪山. C⁴ISR 体系结构产品设计研究[J]. 国防科技大学学报, 2006, 28(5): 133 - 136.
- [8] 段采宇,张维明,余滨. C⁴ISR 需求模型化框架[J]. 国防科技大学学报, 2007, 29(5): 122 - 127.
- [9] Neches R, Fikes R E, Fimin T, et al. Enabling Technology for Knowledge Sharing[J]. AI Magazine, 1991, 12(3): 36 - 56.
- [10] 李善平,尹奇,胡玉杰,等. 本体论研究综述[J]. 计算机研究与发展, 2004, 41(7): 1041 - 1052.
- [11] 金芝,陆汝铃. 多范例自动需求建模和分析: 一种基于本体的方法[J]. 中国科学(E 辑), 2003, 33(4): 297 - 312.
- [12] 余滨,段采宇,牛凌宇. 作战节点与连接关系层次描述方法[J]. 火力与指挥控制, 2006, 31(12): 87 - 90.

