|  |  |
| --- | --- |
| ICS  | 35.240.01 |
| CCS  | L70 |

团 体 标 准

增材制造知识图谱 第4部分：融合与服务接口

Additive manufacturing knowledge graph—Part 4: Knowledge fusion and service interface

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

|  |  |
| --- | --- |
| 中国机械工程学会 | 发布 |

T/CMES XXXXX—2023

`

目次

[前言 II](#_Toc150518726)

[1 范围 1](#_Toc150518727)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc150518728)

[3 术语和定义 1](#_Toc150518729)

[4 增材制造领域知识图谱融合技术架构 1](#_Toc150518730)

[5 知识图谱融合技术要求 2](#_Toc150518731)

[5.1 概述 2](#_Toc150518732)

[5.2 数据保密性要求 2](#_Toc150518733)

[5.3 数据专业性要求 2](#_Toc150518734)

[5.4 数据格式要求 3](#_Toc150518735)

[5.5 知识图谱本体层融合要求 3](#_Toc150518736)

[5.6 知识图谱实例层融合要求 3](#_Toc150518737)

[5.7 知识图谱质量提升技术要求 4](#_Toc150518738)

[6 服务接口要求 4](#_Toc150518739)

[6.1 概述 4](#_Toc150518740)

[6.2 规范性要求 4](#_Toc150518741)

[6.3 实用性要求 4](#_Toc150518742)

[6.4 易用性要求 5](#_Toc150518743)

[6.5 安全性要求 5](#_Toc150518744)

[6.6 开放性要求 5](#_Toc150518745)

[6.7 可扩展性要求 5](#_Toc150518746)

[6.8 接口性能要求 5](#_Toc150518747)

[图1 增材制造知识图谱融合架构图 2](#_Toc142906405)

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由 提出。

本文件由 归口。

本文件起草单位：XXX、XXX、XXX、

本文件主要起草人： XXX、XXX、XXX、

增材制造知识图谱 第4部分：融合与服务接口

* 1. 范围

本文件规定了增材制造领域知识融合与服务接口技术架构、知识图谱融合功能要求、

本文件适用于增材制造知识融合算法与服务接口设计、研发和应用。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 42619 增材制造 术语

GB/T 42131 人工智能 知识图谱技术框架

* 1. 术语和定义

GB/T 42131和GB/T 42619 界定的术语和定义适用于本文件

* 1. 增材制造领域知识图谱融合技术架构

增材制造领域知识图谱融合架构如图1所示，主要分为4个部分： 数据预处理、本体层融合、实例层融合以及融合后图谱质量评估。在数据预处理层面，系统需要对收集的图谱数据进行加密后再进行传输，确保图谱数据的安全性；通过日志记录的方式，保证图谱数据的准确性。在本体层融合层面，需要在构造基础实体、关系、属性等元素后，采用合理的匹配计算方法，构造匹配线索并计算相似度，完成本体层的融合。在实例层融合层面，需要采用合理的方法，完成实体链接、实体对齐的工作，并采用合理的知识推理与图谱补全方法，完成融合后的知识图谱质量增强。在图谱质量评估层面，需要采用合理的方法，对融合后图谱的准确率、覆盖率、一致性、有效性等方面进行评估，保证融合后的图谱质量达到预期需求。



1. 增材制造知识图谱融合架构图
	1. 知识图谱融合技术要求
		1. 概述

在基于多源异构数据的增材制造知识图谱构建中，由于数据源的分布和自治性，在知识图谱构建中往往存在大量的异构问题，首先需要保证知识图谱来源的质量，主要包括知识图谱的数据专业性、数据保密性与数据格式，下一步在进行知识图谱融合时需要从多方面进行，主要包括本体层的异构、实例层的异构两个个方面，最后需要对融合后知识图谱进行质量提升与优化，保证获取高质量融合后知识图谱。

* + 1. 数据保密性要求

部分增材制造知识具有极高的保密性，在数据获取、上传和处理方面要注意防止数据泄露：

* 1. 若采集数据为用户数据，数据采集应经过用户的确认，且告知用户所采集数据的使用目的、方式和范围，确保用户的知情权，例如收集不同打印中心的设备信息以及订单的参数设计数据应获取用户确认；
	2. 应该保证模型数据、增材领域专家个人信息数据等关键数据上传采用加密方式传输，确保数据传输中的安全；
	3. 应该保证数据处理中要后台数据的安全和隐私，例如增材打印制造中心的相关设备信息与订单信息等高度涉密数据；
	4. 应该支持用户可主动删除自身的个人信息、用户缓存在服务器上的制件打印模型文件等数据；
	5. 应该支持记录知识图谱系统使用过程中需方数据产生的实体、关系、属性、实例等知识的变更信息；
	6. 应不支持对数据以及产生的实体、关系、属性、实例等知识非授权的植入、篡改、替换、转移和伪造；
	7. 应该支持对知识图谱进行访问权限管控，防止私密数据泄漏，例如不同打印中心的用户订单数据应该只有提供方可见。
		1. 数据专业性要求

增材制造知识图谱属于垂直领域的知识载体，应用领域要求极强的专业性与正确性，因此所包含的知识，需要得到专业保证：

* 1. 应该保证增材制造知识图谱中专业知识条目的准确性，需要经过运营或专家校验，例如增材制造的设备，实际制造的参数等；
	2. 应该保证知识使用的可解释性，可以从执行结果反推知识使用，例如在实际打印中推荐参数的来源以及推理逻辑，保证知识的可解释性；
	3. 应该保证需要保密的数据，由专业人员参与收集和校验，例如不同打印厂商的用户打印数据等则需要由专业人员进行脱密处理后使用。
		1. 数据格式要求

增材制造的知识图谱知识来源，应用方式通常不同，导致知识的存储形式复杂多样，在进行知识图谱融合时，应保证知识图谱符合以下要求：

* 1. 应该确保所有知识图谱的文件存储形式有效性，例如增材制造的打印数据应采用浮点类型进行记录；
	2. 应该有一个有效的数据集成方法，来转换来自不同来源或不同格式的数据到统一的知识组织形式，例如增材制造的模型文件，表格以及专家文档等；
	3. 应该确保同一设备在同一时间的数据唯一性，例如增材制造的设备设置参数与信息可能会随时间发生变化，应保证数据融合的一致性；
	4. 应该确保用户数据和用户身份不直接关联，例如不同打印中心的设备情况等不应被体现。
		1. 知识图谱本体层融合要求

进行知识图谱融合的第一步应该进行本体层的融合，构建的统一的新知识图谱本体层应符合以下要求：

1. 应该包含全部异构知识图谱的全部本体，例如增材制造的设备，打件，参数与打件属性等；
2. 应该能够定义和描述增材制造领域的概念、属性、关系和约束，例如打件性能要求的不同，打印材料的力学性能不同等导致属性不同或者相同的属性也具有不同的约束范围；
3. 应该支持新本体模型中的本体与原异构知识图谱本体模型中的本体的语义匹配，例如在不同的打印中心可能会将打件定义为产品；
4. 应该能够支持对本体层的扩充，由于增材制造的领域特性可能会打印不同行业的不同产品类型，具有不同的性能评价指标，会需要进行更加细致的区别时，应该支持对本体层进行扩充；
5. 应该能够保证本体层对于新实例的精确描述，由于增材制造的不同打印用户可能会打印各种物品，因此需保证对于新实例本体层应该能够进行精确的分类与描述。
	* 1. 知识图谱实例层融合要求

进行知识图谱融合的第二步应进行实例层的融合，融合增材制造领域异构知识图谱实例应符合以下要求：

1. 应该有一个强大的机器学习方法，能够综合实例的语义与结构信息进行异构知识图谱的实体精确对齐，统一增材领域下各材料、设备名称，例如某些设备可能以设备名存在，也可能以型号存在，应支持基于规则推理的精确对齐；
2. 应该有一个可靠的实体链接方法，来发现并消除不同知识图谱中相同或相似实体之间的歧义，例如不同的打印中心可能会对设备的同一系统有不同的名字，应该支持能够通过语义消除歧义，实现实体的精确对齐；
3. 应有一个强大的机器学习或基于规则的方法，来从数据中学习并推断出隐含或缺失的关系和规则，并且能够解释其推理过程，例如能够通过历史订单的打印数据对参数设置进行相似案例的缺失参数进行推理；
4. 应该有一个兼容的方法，允许增加非结构化外部知识对实例融合过程进行指导与修正，由于增材制造领域的专业性要求较强，存在大量的知识文档，打印参数设置等非结构化数据，在进行知识图谱实体对齐时应该能够利用这些知识进行辅助推理与知识修正；
5. 应该有一个灵活的查询方式，来支持用户对融合后的知识图谱进行多维度、多层次、多粒度和多形式的检索和分析，例如增材制造的不同用户会有不同的需求，会要求查询的目标、查询方式的多样化；
6. 应该有一个高效的知识图谱存储与查询框架，保证用户对增材制造领域知识查询的响应时间符合用户预期。
	* 1. 知识图谱质量提升技术要求

知识图谱进行融合时由于考虑信息的局部性与算法的局限性，融合后的知识图谱仍存在质量问题，所以需要对知识图谱进行质量提升，知识图谱质量提升应符合以下要求：

1. 应当支持知识图谱的知识表达的统一性、一致性进行提升，例如本体层设计需要检测是否合理，本体、关系能否覆盖全部实例，实体是否存在冗余、属性关系等是否存在冲突；
2. 应当支持知识图谱的知识的准确性进行提升，例如：增材制造的打件实体属性出现偏差时修正，关系间的逻辑不符合客观事实时进行重新识别；
3. 应该支持对于知识的时效性进行提升，能够依据外部知识来源对知识图谱中的增材领域知识进行时效性检验与更新，保证知识图谱存在合适的更新方式，例如定期更新、基于更新频率预测的更新机制和基于热点词发现的更新来保证增材制造领域知识图谱的时效性；
4. 应该支持对于知识图谱完整性提升，能够基于全图的信息进行推理实现对缺失关系与属性值的补全，例如对于同类型打件某些实体的属性值有缺失，应该支持根据其他实体的属性进行本实体的属性补全，并且能够推荐符合性能约束的合理参数值。
	1. 服务接口要求
		1. 概述

在增材制造领域实现知识图谱融合以及其他功能上，需要用到大量的服务接口，服务接口的质量决定了各功能最终的效果质量，包含规范性、实用性、易用性、安全性、开放性、可扩展性六个方面；同时，接口性能也需要有所规定，保证用户访问各接口时的响应时间不会过长。

* + 1. 规范性要求

规范性要求包括但不限于：

1. 接口应进行版本控制 ，对版本有详细描述，版本之间应相互独立；
2. 接口应包含0个或多个参数，接口应标注参数名称、是否必选、数据类型、范围及参数实例等内容；若有特殊的组合限制和说明，需在接口说明上备注，对于非必选接口，宜给出接口非必选下的缺省值；
3. 接口设计时应考虑其调用设计，包括但不限于最大调用超时时间，最短调用时间间隔等要素，相关设计和约束需要通过定义或者说明的方式在文档中体现，并标识其异常返回说明和处理方法。
	* 1. 实用性要求

实用性要求包括但不限于：

1. 应避免接口重复，减少请求次数，提高程序稳定性和任务执行率；
2. 宜按具体请求情况进行参数传递，减少不必要的参数传递。
	* 1. 易用性要求

易用性要求包括但不限于：

1. 接口及参数应命名准确，名称包含必要信息；
2. 接口应遵循统一的返回结构，包括调用错误编码、错误描述以及异常额外信息等；
3. 接口应遵循单一职能原则，接口与功能一一映射；对于复杂功能，应根据实际通过接口的组合来实现，避免调用方重复多次进行组合式调用；
4. 接口应尽可能屏蔽底层实现，设计为抽象程度高且语法宜理解的接口。
	* 1. 安全性要求

接口安全性的要求包括但不限于：

1. 接口应设置访问令牌机制，用于表示接口调用者的身份凭证；
2. 接口应对于不同权限的用户，设置权限管控功能，防止关键接口被非增材领域专业人员滥用、恶意调用；
3. 接口被调用时，客户端应调用当前时间戳，判断当前时间戳与接口传输的时间戳差值，若差值过大应拦截掉请求，防止负载过大导致系统崩溃；
4. 接口应对多模态的增材领域数据进行加密操作，保证用户只能通过指定接口获取指定的数据格式，如对于零件的建模文件，应在后台对模型文件进行加密，并对一般用户仅开放模型图片文件的获取方式，防止源数据泄露；
5. 接口应对增材领域专家个人信息数据进行加密，严格管控调用接口，并提供专门的个人信息更新方式，须获得专家本人同意才能进行信息更新。
	* 1. 开放性要求

开放性要求包括但不限于：

* 1. 接口应根据增材制造应用需求进行不同级别开放性设计，支持多种应用框架，如SpringMVC、golang等；
	2. 接口应满足多种开放语言和环境的应用，如Vue、React等主流前端框架；
	3. 接口应符合增材制造领域产业习惯，减少接口定制化带来的重新设计与适配成本。
		1. 可扩展性要求

可扩展性要求包括但不限于:

* 1. 接口应支持系统在资源充分利用的前提下进行平滑移植与扩展；
	2. 接口应在并发增加时提供动态扩展功能。
		1. 接口性能要求

接口性能要求包括但不限于:

1. 接口应保证在一定程度的并发时，能够以较低的响应时间获取响应结果，各接口的平均响应时间不应超过50毫秒，峰值时间内平均响应时间不应超过100毫秒；对于需要一定计算任务的接口，平均响应时间不应超过500毫秒；
2. 对于特定需要后台进行大量计算工作的接口，应设置异步响应功能，在接收到用户的请求后立即返回响应，表示已接收到请求；在计算任务完成后，再次向用户进行响应；

