

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 41782.4—2024/ISO/IEC 21823-4:2022

## 物联网 系统互操作性 第4部分：语法互操作性

Internet of things—Interoperability for systems—  
Part 4: Syntactic interoperability

[ISO/IEC 21823-4:2022, Internet of Things (IoT)—Interoperability for  
IoT systems—Part 4: Syntactic interoperability, IDT]

2024-07-24 发布

2025-02-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会



目 次

前言 ..... III

引言 ..... IV

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 缩略语 ..... 2

5 物联网语法互操作性的原则 ..... 2

    5.1 通则 ..... 2

    5.2 物联网语法互操作性原则 ..... 2

    5.3 语法互操作性相关技术 ..... 3

    5.4 总体结构 ..... 3

    5.5 元模型驱动的信息交换方法 ..... 4

    5.6 信息交换规则 ..... 5

6 物联网(IoT)设备相关信息的要求 ..... 7

    6.1 通则 ..... 7

    6.2 转换规则的一般要求 ..... 7

    6.3 操作规则的一般要求 ..... 9

7 物联网语法互操作性框架 ..... 19

    7.1 通则 ..... 19

    7.2 操作规则数据集(DOR)的概念模型 ..... 20

    7.3 语法互操作性框架的详细程序 ..... 20

附录 A (资料性) 物联网设备和数据的属性 ..... 22

    A.1 物联网设备的内在属性 ..... 22

    A.2 物联网设备的外在属性 ..... 24

附录 B (资料性) 一个用例 ..... 26

    B.1 概述 ..... 26

    B.2 用例概述:智慧城市中的网联车辆 ..... 26

    B.3 此用例的一个场景 ..... 27

    B.4 此用例中使用的示例 ..... 29

附录 C (资料性) 其他元模型定义 ..... 30

参考文献 ..... 31





# 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。

本文件是 GB/T 41782《物联网 系统互操作性》的第 4 部分。GB/T 41782 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：框架；
- 第 2 部分：网络连通性；
- 第 3 部分：语义互操作性；
- 第 4 部分：语法互操作性。

本文件等同采用 ISO/IEC 21823-4:2022《物联网 物联网系统互操作性 第 4 部分：语法互操作性》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

- 为与现有标准协调，将标准名称修改为《物联网 系统互操作性 第 4 部分：语法互操作性》。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国信息技术标准化技术委员会(SAC/TC 28)提出并归口。

本文件起草单位：中国科学技术大学、中国电子技术标准化研究院、重庆邮电大学、深圳赛西信息技术有限公司、江苏赛西科技发展有限公司、北京邮电大学、重庆邮电大学工业互联网研究院、山东省计算中心(国家超级计算济南中心)、无锡物联网产业研究院、浙江晶日科技股份有限公司、江苏中天科技股份有限公司、安徽电信规划设计有限责任公司、上海格麟倍科技发展有限公司、豪尔赛科技集团股份有限公司、北京东土科技股份有限公司、安徽鲸库品牌运营科技有限公司、无锡物联网创新中心有限公司、中国南方电网有限责任公司超高压输电公司、广东省工业边缘智能创新中心有限公司、西安航天自动化股份有限公司、中移物联网有限公司、上海逸迅信息科技有限公司、珠海趣印科技有限公司。

本文件主要起草人：苗付友、汪晶晶、苏静茹、杨宏、卓兰、耿道渠、郭雄、孟昭逸、蔡廷晓、高伟东、孙旭、熊焰、李刚、孟振亚、吴明娟、周鸣乐、叶少军、李敏、葛永新、刘琼、赵鹏、刘姝、程远、孙徽、董接莲、王宁、封鹏、王露、陶怡、俞承志、熊小鹏、孔令军、徐纯、郭晋鹏。

# 引 言

GB/T 41782《物联网 系统互操作性》旨在规定物联网系统互操作框架、网络连通性、数据的语义、语法和实体的行为等方面的要求,使物联网系统得到更大规模的应用。GB/T 41782 拟由五个部分构成。

- 第 1 部分:框架。目的在于指导物联网系统及其内部各实体之间交互的框架设计。
- 第 2 部分:网络连通性。目的在于指导物联网系统内部网络之间和物联网系统不同网络之间的互操作及互联互通。
- 第 3 部分:语义互操作性。目的在于规定实现物联网系统中数据语义的互操作性要求。
- 第 4 部分:语法互操作性。目的在于规定实现物联网系统中数据语法的互操作性要求。
- 第 5 部分:行为互操作性。目的在于指导物联网互操作系统中实体的行为规范。

# 物联网 系统互操作性

## 第 4 部分：语法互操作性

### 1 范围

本文件从语法的角度规定了物联网的互操作性。本文件的物联网语法互操作性包含以下内容：

- 物联网系统间语法互操作性的原则；
- 与语法互操作性相关的物联网设备信息要求；
- 从语法角度制定物联网设备间信息交换规则的流程框架。

### 2 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。

ISO/IEC 20924 物联网和数字孪生 词汇 [Internet of Things (IoT) and digital twin—Vocabulary]

### 3 术语和定义

ISO/IEC 20924 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**实例 instance**

具备自身数值及可能特征的单个实体。

[来源：ISO 19103:2015, 4.20]

#### 3.2

**元模型 metamodel**

一种规定建模语言抽象句法的特殊类型模型。

注 1：模型是元模型的实例(3.1)。

注 2：物联网语法互操作性由使用元模型语法的结构、数据格式和约束的信息交换规则实现。

[来源：ISO/IEC 19506:2012, 有修改——删除了定义后的描述，增加了注解]

#### 3.3

**模型 model**

对现实某些方面的抽象。

[来源：ISO 19109:2015, 4.15]

#### 3.4

**属性 property**

对象类型的特定特性。

[来源：ISO 16484-5:2017, 3.2.74]

3.5

语法互操作性 syntactic interoperability

参与通信的系统能够理解所交换信息格式的互操作性。

注 1：系统指物联网系统。

注 2：物联网设备、物联网网关、传感器和执行器被认为是系统。

[来源：ISO/IEC 19941:2017, 3.1.4, 有修改]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CRS:坐标参考系(Coordinate Reference System)

EPIoT:物联网设备的外在属性(Extrinsic Properties of Physical IoT Devices)

IPIoT:物联网设备的内在属性(Intrinsic Properties of Physical IoT Devices)

IoT:物联网(Internet of Things)

JSON Java:脚本对象表示法(JavaScript Object Notation)

MOF:元对象设施(Meta Object Facility)

RoHS:关于限制在电子电气设备中使用某些有害成分的指令(Restriction of Hazardous Substances)

UML:统一建模语言(Unified Modelling Language)

XML:可扩展置标语言(Extensible Markup Language)

5 物联网语法互操作性的原则

5.1 通则

在 ISO/IEC 21823 系列中,ISO/IEC 21823-1<sup>[9]</sup>定义了物联网互操作性的总体框架。它规定物联网互操作性应包含五个方面:传输、语义、语法、行为和策略。每个标准应从其相应的角度提供规范说明。每个标准都能够引用或独立于其他的标准。ISO/IEC 21823-2<sup>[10]</sup>从网络连通性的角度定义了规范。ISO/IEC 21823-3<sup>[11]</sup>从语义方面定义了要求,提供了指南。本文件从语法角度提供互操作性规范。

5.2 物联网语法互操作性原则

在本条中,规定了实现物联网语法互操作性的原则。为了实现一个物联网系统与另一个物联网系统或物联网设备间的语法互操作性,需要使用两者数据间的信息交换规则。

语法互操作性的信息交换规则规定了以下类型的信息交换。

a) 格式交换。

——“格式”指数据格式。

——“格式交换”指不同数据格式的信息可以被交换。

例如,UML 格式的数据能与 XML 格式的数据进行交换。

b) 结构交换。

——“结构”指具有层次和分支的数据结构。

——“结构交换”指不同结构的信息可以被交换。

例如,分层树结构的信息可以被转换为扁平树结构的信息。

## c) 语法约束交换。

——“约束”指与数据语法或语法要求相关的限制条件。

——“语法约束交换”指具有不同约束条件的信息可以相互交换。

例如,物联网系统 1 中的数值在小数点后保留一位,物联网系统 2 中的数值在小数点后保留两位。两者的数值精度交换即为语法约束交换。

此外,物联网系统中的信息是用模型来表示的。在每个物联网系统中,其信息都能用元模型、模型和实例表示。系统采用元模型和模型中的相关语法来描述语法互操作性中物联网系统间的信息交换规则。此外,本文件还包含物联网领域中元模型、模型和信息交换的具体要求。

### 5.3 语法互操作性相关技术

#### 5.3.1 元模型和语法互操作性

作为模型的模型,元模型由模型的一系列说明组成。特别是在 UML<sup>[22]</sup>中,元模型规定了 UML 的抽象语法。该抽象语法定义了一组 UML 建模概念、属性、关系以及通过组合概念来构建部分 UML 模型的规则。

ISO/IEC/IEEE 标准中还有其他元模型定义。其中一些列在附录 C 的表 C.1 中。在表 C.1 中,ISO/IEC/IEEE 24765:2017<sup>[13]</sup>收集了不同来源的几个元模型定义。本文件采用表 C.1 中元模型定义 7,即“规定建模语言抽象语法的特殊模型”。从这个定义中可以看出,使用元模型中的要素创建信息交换规则的方法实际上是基于语法的,因此可以用于解决语法互操作性问题。UML、OWL(本体语言)、OntoML(本体标记语言)<sup>[1]</sup>、XML 等都是不同系统和领域中采用的建模语言。

#### 5.3.2 支持互操作性的元模型驱动方法

基于元模型驱动的信息交换和互操作性方法是在信息集成和互操作领域实现模型驱动工程方法的一般方式<sup>[23][24]</sup>。通过创建声明性映射规范,即交换规则,能在在线和离线的异构系统和设备之间执行自动信息交换。由于元模型驱动方法是在比模型更高的抽象级别上解决互操作性问题,它能够提高实现符合相同元模型的异构系统和设备间互操作性的效率。即,信息交换规则能被信息模型符合相同元模型的物联网系统和物联网设备复用。

### 5.4 总体结构

图 1 说明了所提方法的总体结构。图 1 显示了两个物联网系统:物联网系统 1 和物联网系统 2。在每个物联网系统中,其信息包括元模型、模型和实例数据。为了实现这两个系统之间的语法互操作性,需要创建基于两个物联网系统元模型的信息交换规则。创建信息交换规则需要分析和定义支持执行信息交换所需的属性和处理方法。

在图 1 中:

——以“#”开头的行表示注释行;

——在“信息交换规则示例”文本框中,列出了语法互操作性的示例信息;

——在“所需属性和处理方法”文本框中,列出了失配的示例属性和解决失配问题的方法。

本文件中,主要的三章描述如何实现物联网语法互操作性。

a) 第 5 章解释了元模型的相关技术及其在解决语法互操作性问题方面的适用性。并指定了在异构物联网系统和设备之间创建信息交换规则的方法。信息交换规则一般分为两类:

1) 指定元模型所含元素间的相互转换规则,详见 5.6;

2) 指定物联网系统元模型失配时的操作规则,详见 6.3。

- b) 第 6 章规定了对物联网设备相关信息的要求,包括以下。
- 1) 转换规则(见 6.2)所需的与物联网设备相关的属性,例如,物联网系统或物联网设备的标识符。
  - 2) 为解决失配问题,实施操作规则所需的属性和处理方法。物联网系统间的信息交换可能产生失配,处理方法是为了处理失配问题。例如,如果请求信息交换的时间间隔不同,即进行互操作的物联网系统不匹配,那么就需要语法处理方法来处理这种失配问题。在 6.3 中分析和描述了处理失配问题所需的属性和处理方法。
- c) 第 7 章描述了如何创建信息交换规则的框架。定义了按照所提出的方法实现物联网语法互操作性的必要程序,还描述了是否应该创建或扩展物联网系统的元模型,定义哪些类型的信息交换规则,以及如何能执行和评估交换规则。

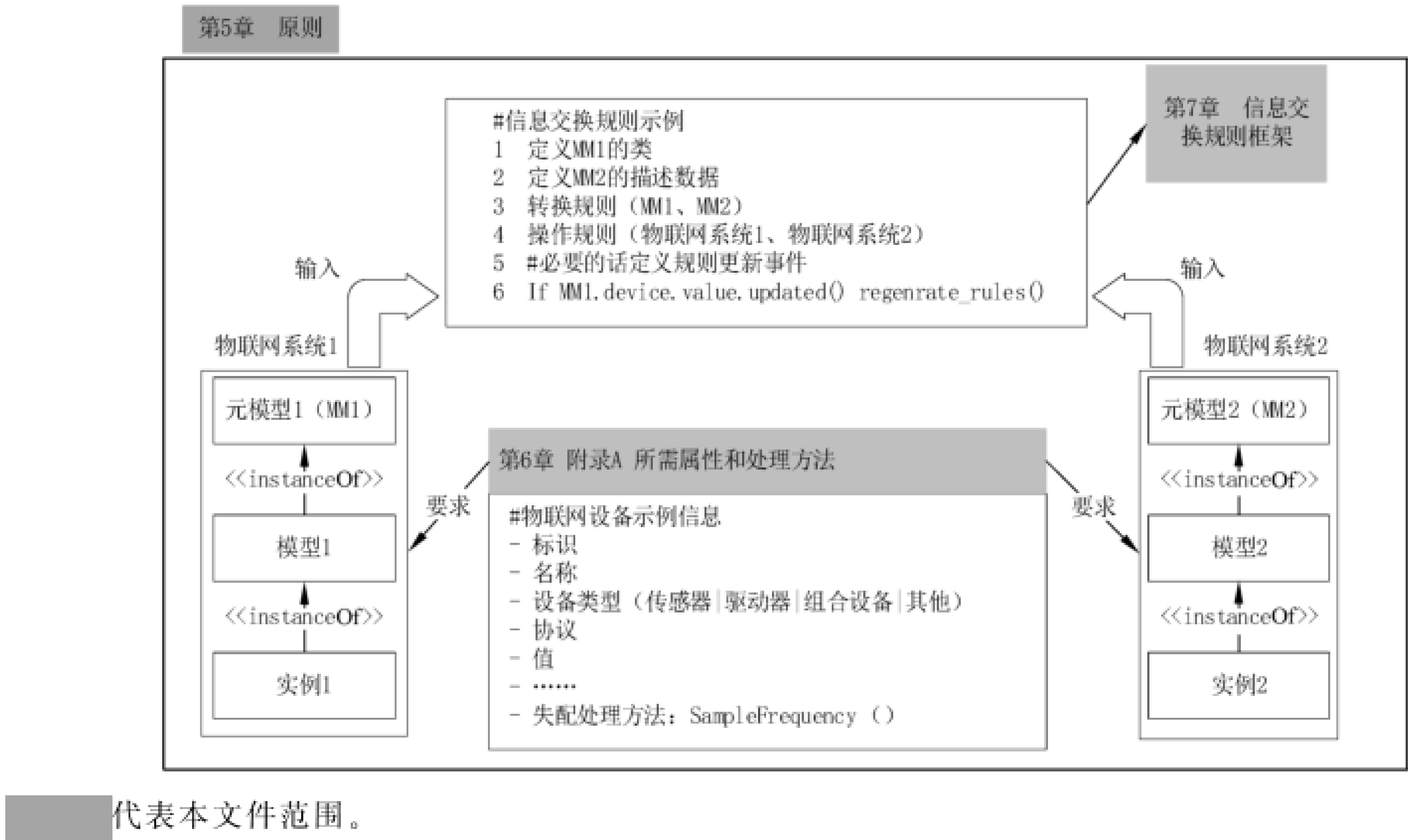


图 1 总体结构

5.5 元模型驱动的信息交换方法

在过去的几十年中,在基于模型的工程(MBE)领域,构建的模型可以用来表示现实世界中的信息。OMG(对象管理组织)社区提出了用于描述模型的四层建模架构 MOF(ISO/IEC 19502<sup>[6]</sup>)。MOF 中的模型通常包括 M0 层的实例、M1 层的模型,M2 层的元模型和 M3 层的元元模型。因为本文件不包含 M3 层,因此图 2 将其省略。

如图 2 所示,M1 层中的模型定义了 M0 层中实例的结构、可用实体、关系等,M2 层中的元模型指定了模型的语法。因此,M1 层中的模型是其 M2 层中元模型的实例,即 M1 层到 M2 层为“抽象”过程(M1 属于 M2 的实例,用<<instanceOf>>表示)。同样的关系存在于 M0 层和 M1 层之间。每个元模型可能有很多模型,每个模型可能有很多实例。图 2 中,物联网系统 1 中的模型 1 为实例 1 的模型,元模型 1 为模型 1 的元模型。物联网系统 2 中的模型 2 和元模型 2 具有相同的关系。

从语法的角度来看,信息交换规则作为一种映射,允许在建模环境中将一个特定系统所有层中的信息转换为另一个系统中的信息。基于 M2 层中元模型的信息交换规则适用于 M1 层中模型的转换<sup>[6][25]</sup>,因为 M1 层中的信息是用 M2 层中的元素定义的。同样的关系也适用于 M1 层和 M0 层。因此,基于元模型的信息交换规则适用于其模型和实例。

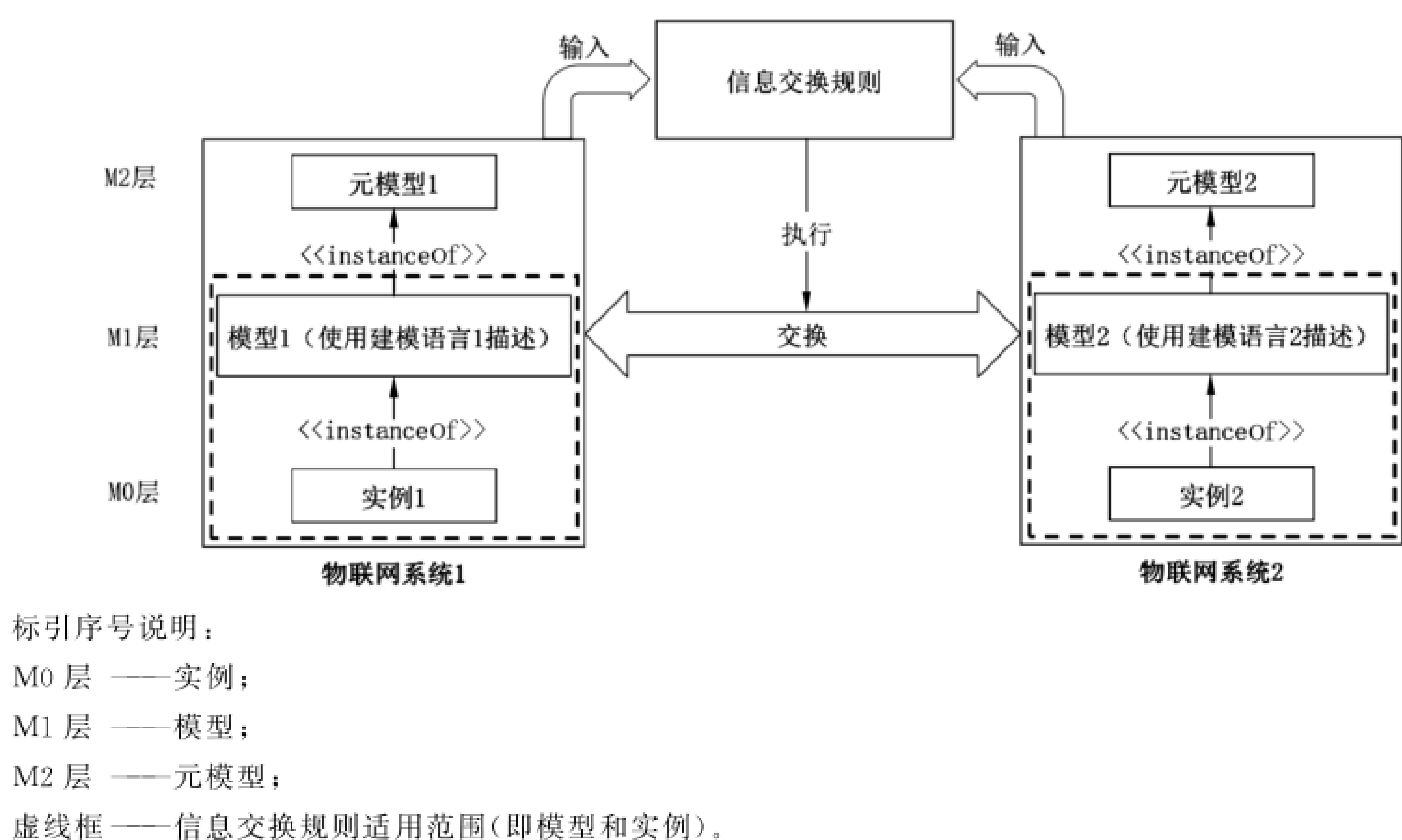


图 2 层次结构及元模型驱动的信息交换规则

5.6 信息交换规则

5.6.1 信息交换规则的分类

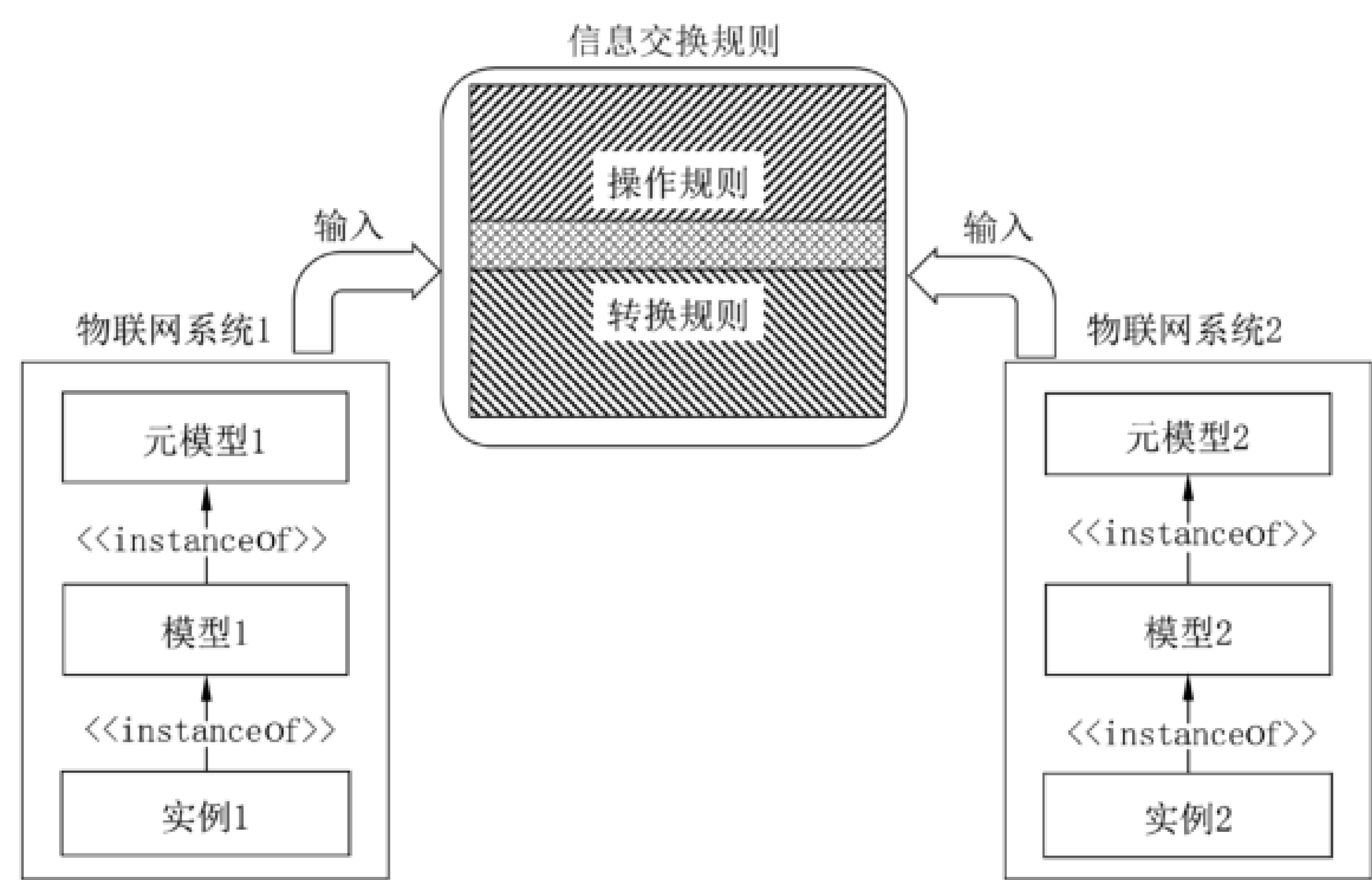
如 5.2 和 5.5 所述,对于包含物联网设备的物联网系统(物联网系统 1),为了实现与其他物联网系统和设备(物联网系统 2)的语法互操作性,需要采用特定的信息交换规则。图 3 表明信息交换规则可以分为两类。

——转换规则。

转换规则是使用物联网系统 1 和物联网系统 2 元模型中的元素创建的。元模型中的元素有类、属性、关系等。这些元素之间的转换规则被定义并命名为“转换规则”,以实现物联网系统之间的结构、数据格式和语法约束转换。转换规则所需的属性在 6.2 中说明。

——操作规则。

操作规则用来解决两个物联网系统之间的失配问题。它可以检测在实现互操作性的过程中发生的潜在操作失配问题。为了解决这些失配问题,其指定了必要的属性和处理方法。从语法角度不能解决的失配问题和不基于语法的失配问题解决方法不属于本文件讨论范围。“操作规则”的详细内容在 6.3 中说明。



注：重叠的区域(菱形格区域)包含同时在转换规则和操作规则中使用的属性。

图 3 信息交换规则分类

5.6.2 信息交换规则表示方法

信息交换规则应包括元模型之间的转换规则以及物联网语法互操作性的操作规则。

信息交换规则能用多种语言来表示。一些广为人知的语言,例如 QVT(查询/视图/转换)<sup>[20]</sup>,OCL(对象约束语言)<sup>[21]</sup>,ATL(Atlas 转换语言)<sup>[17]</sup>,TGG(三重图语法)<sup>[26][27]</sup>等能用于描述不同元模型之间和模型之间的信息交换规则。本文件没有为信息交换规则提供新的语言,附录 B 描述了示例信息的交换规则。本文件的实现能使用选定的语言和数据格式定义信息交换规则。

5.6.3 信息交换规则表示实例

图 4 列出了附录 B 中用 ATL 语言描述的信息交换规则。

——物联网系统 1 是联网车辆,物联网系统 2 是一个采用 FIWARE 表示的交通管理系统(TMS)。

这两个系统的元模型分别在第(2)行中定义为 IN:ProbeVehicle 和 OUT:Fiware。

——第(4)到(12)行说明了车辆“名称”和“标识符”对 TMS“名称”的转换规则,转换规则使用元模型的属性分别在参考文献[18]和[19]中定义。

```
(1) module Probe2Fiware;
(2) create OUT: Fiware from IN: ProbeVehicle
(3) -- translation rule: from "name" to "identifier"
(4) rule id {
(5)   from
(6)     p:Probe!ProbeDataElementType,
(7)     pv:Probe!VelocityType
(8)   to
(9)     v:Fiware!Vehicle_schema(
(10)       id <- p."ASN.1_name" + (1) p."ASN.1_object_identifier"
(11)     )
(12) }
(13)
(14) -- operation rule: if unit mismatch detected dm to m
(15) helper def : transDecimeterToMeter(dm: Integer): Integer =
(16)   dm / 10;
```

图 4 附录 B 中的信息交换规则



——第(15)和(16)行指出单位失配时,操作规则的实现方法。在这里,当检测到单位失配时,人工规定不同单位之间的转换。如 6.3 中所述,该转换方法的具体实现不在本文件范围内。此示例仅供参考。

6 物联网(IoT)设备相关信息的要求

6.1 通则

第 6 章描述物联网语法互操作性所需信息的要求。该信息应在物联网系统或物联网设备的元模型或模型中定义。该要求适用于物联网设备,用于物联网系统之间的数据交换,不包括基于云计算的后端服务。

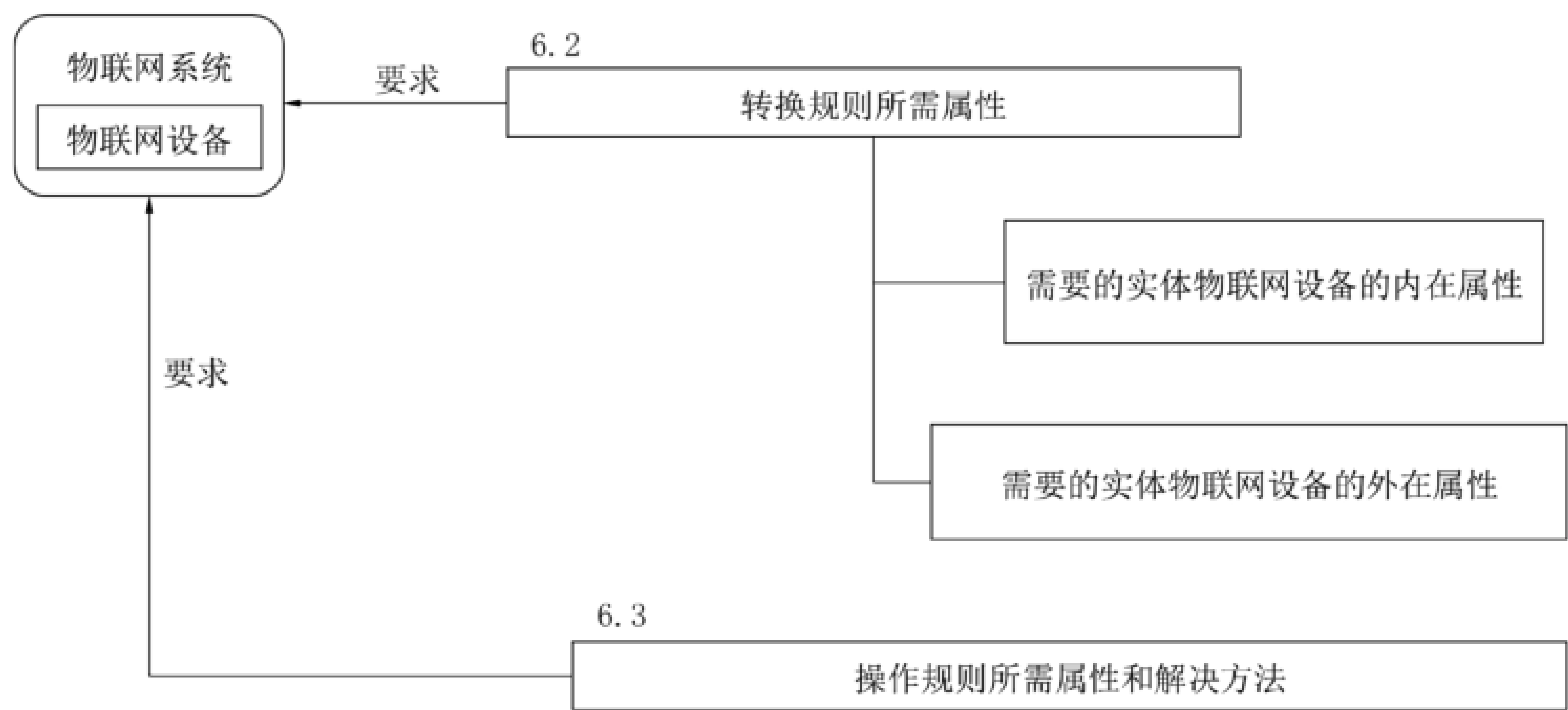


图 5 物联网设备相关信息要求分类

与 5.6.1 中描述的两类信息交换规则相一致,对物联网设备相关信息的要求也分为两类:转换规则的要求和操作规则的要求,如图 5 所示。

- 根据所需的属性,转换规则对属性的要求进一步分为两种。一种是“实体物联网设备所需的内在属性”,另一种是“实体物联网设备所需的外在属性”<sup>[28][29]</sup>,它们分别在 6.2.2 和 6.2.3 中规定。内在属性被定义为存在于自身或主体内部的特定主体的属性,而外在属性是指主体非本质或非固有的属性<sup>[29]</sup>。
- “操作规则”所需的属性和处理方法在 6.3 中指定。

6.2 转换规则的一般要求

6.2.1 通则

转换规则由物联网系统元模型中的元素规范。一个物联网系统包含物联网设备,物联网设备的信息用属性表示。在 6.2 中,指定了与物联网设备的语法互操作性相关的所需属性。

- 本文件中没有为物联网语法互操作性指定新的标识结构和新的数据建模方法。
- 如果已有的 ID 标准和数据模型已经应用在物联网系统并实现了语法互操作性,则应在物联网系统使用这些已有的 ID 标准和数据模型。
- 对于每个属性,无须特定的属性定义、格式或分类。但如果对其定义、格式等有标准,并且这些标准应用于物联网系统中,则应使用符合这些标准的属性来实现物联网语法互操作性。

注:以上说明是为了避免误解。

6.2.2 实体物联网设备所需的内在属性(IPIoT)

为了支持物联网语法互操作性,物联网系统应提供实体物联网设备的内在属性。附录 A 的 A.1 列出了可用的参考性信息内在属性。表 1 解释了物联网用例中使用的一些典型属性。

表 1 实体物联网设备所需的内在属性

属性名称	描述	必选/可选
ID	基于给定标准化对象识别系统的物联网设备标识符	必选
名称	物联网设备名称 <sup>a</sup>	可选
设备类型	物联网设备的类型 <sup>b</sup> 。它应是传感器、执行器、集成物联网设备和任何用户定义的设备类型	必选
位置	唯一可识别的物理点或区域 <sup>c,d</sup> [来源:ISO 29404:2015,3.11]	可选
设备所有者	对所使用的产品具有合法所有权的个人或组织 <sup>e</sup> [来源:ISO/TR 20183:2015,2.21]	可选
维修记录	设备维修历史记录	可选
<div><sup>a</sup> 例如,可能使用 UID、IRDI、可识别的字符串名称,例如“DevicID.temperature”。</div> <div><sup>b</sup> 此属性值可为空。</div> <div><sup>c</sup> 位置可用坐标来表征。</div> <div><sup>d</sup> 对于移动物联网设备,可使用 GPS 等定位系统获取的当前坐标作为位置;对于固定物联网设备,可利用其部署位置。</div> <div><sup>e</sup> 所有者也可以是操作者。</div>		

6.2.3 实体物联网设备所需的外在属性(EPIoT)

表 2 实体物联网设备所需的外在属性

实体名称	描述	必选/可选
数据 ID	基于给定标准或用户定义的数据参考系统中一段数据的标识符	必选
设备 ID	采集数据的设备 ID <sup>a</sup>	必选
值	数据值 [来源:ISO/IEC 20944-1:2013,3.18.2.7]	必选
时间戳	表示数据生成时间的属性或字段 [来源:ISO/TS 27790:2009,3.73]	必选
准确性	测试结果或测量结果与真实值的接近程度 [来源:ISO 3534-2:2006,3.3.1]	可选
访问权限	对设备数据的访问授权,例如禁止、可读、可写、可执行 <sup>b</sup>	可选
<div><sup>a</sup> 应使用表 1 中的“ID”。</div> <div><sup>b</sup> 设备数据是指设备在运行时产生的数据。</div>		

为了支持物联网语法互操作性,物联网系统应提供实体物联网设备的外在属性。外在属性应在物联网设备或物联网系统的元模型/模型中定义。可用的相关参考性外在属性列在 A.2 中。表 2 解释了

物联网用例中使用的一些典型属性。

6.3 操作规则的一般要求

6.3.1 物联网系统失配概述

操作规则所需的属性和处理方法与一个物联网系统期望的内容和另一个物联网系统能提供的内容之间的失配有关。失配是这两个物联网系统之间在数据的指定属性方面的差异。为了实现语法互操作性,需要通过比较两个物联网系统所需的属性来检测物联网系统之间的失配。操作规则用于解决失配问题。这些所需的属性和处理方法被定义为操作规则的必要条件。

图 6 显示了失配检测 and 解决失配问题的总体过程。首先,通过比较所需的属性来检测失配。如果在元模型中定义了属性,元模型就会创建转换规则来解决格式和结构上的差异。创建转换规则后,创建操作规则。如果未在元模型中定义属性,则扩展元模型以包含该属性,或者直接创建操作规则。

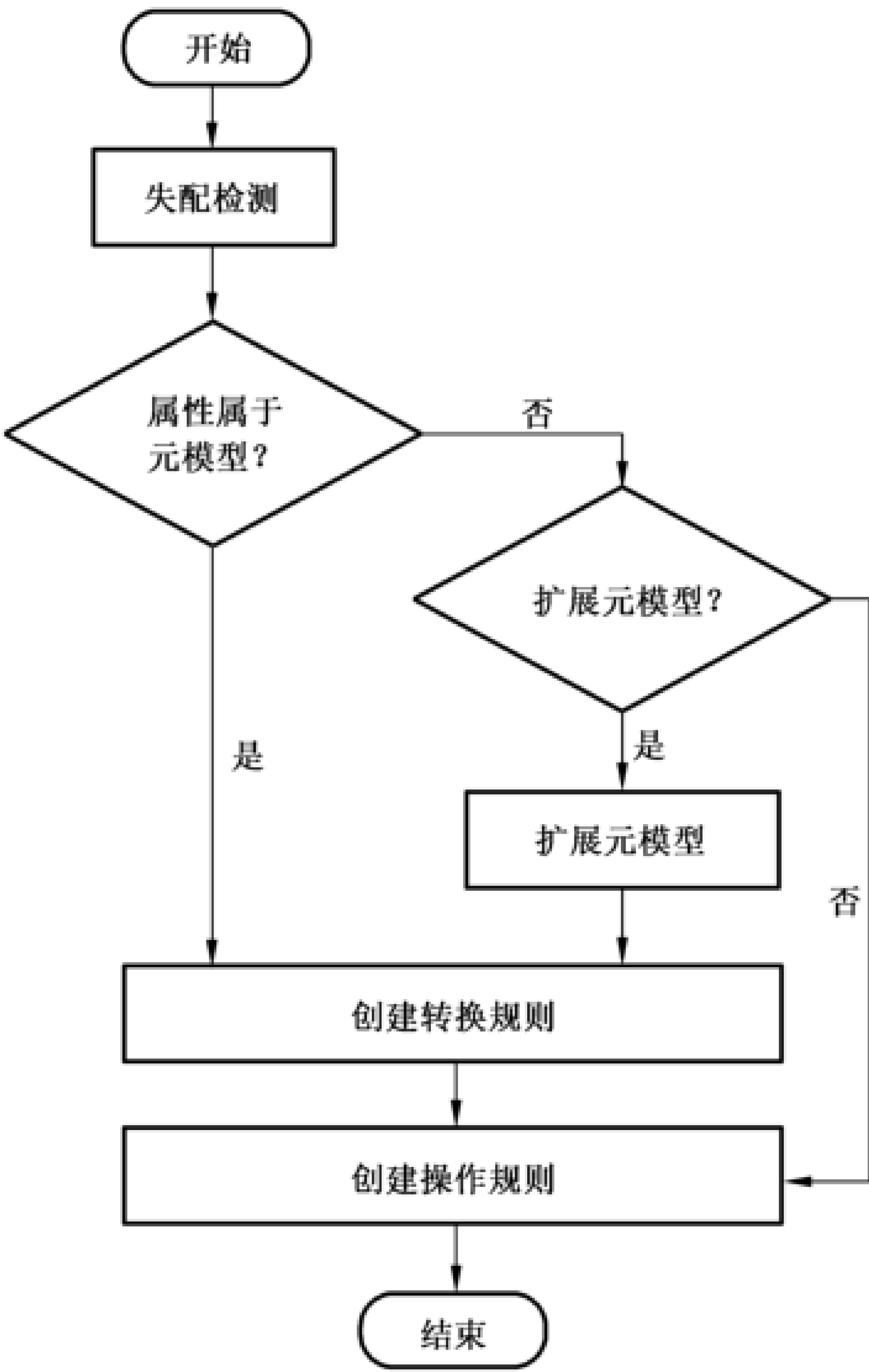


图 6 失配检测与解决流程

图 7 显示了物联网失配及其解决方法的示例。“物联网系统 2”需要 3 个有效位的温度数据,“物联网系统 1”能提供 5 个有效位的温度数据。这种失配的必要属性是“significantFigure”,“significantFigure”用位数来描述数据的精度或不确定性。“物联网系统 1”的属性为 RDF 格式,而“物联网系统 2”的属性为 JSON 格式,因此它们存在格式差异。即它们在结构上也存在差异。

在图 7 的例子中,首先,通过比较“significantFigure”属性来检测失配;然后,通过转换规则解决格式和结构上的差异。例如,物联网系统 1 的 significantFigure 属性被转换为 JSON 格式:“significantFigure”:{“type”:“int”,“value”:5}。然后,操作规则通过比较物联网系统 1 的“significantFigure”属性值(即 5)和物联网系统 2 的“significantFigure”属性值(即 3)来检测失配。如果为“significantFigure 失配”准备的“语法处理方法”是“截断”,则用户能够通过执行“截断”功能,建立物联网系统 1 和物联网系统 2 之间的互操作性。最后,温度值“24.475”在本例中被截断为“24.5”。

这些类型的失配可以通过操作规则来解决。然而,对于每种失配,可从不同的角度(如语法、语义、

策略等)进行处理。本文件只指定了语法处理方法,而来自物联网互操作性其他方面的处理方法不在本文件的考虑范围内。

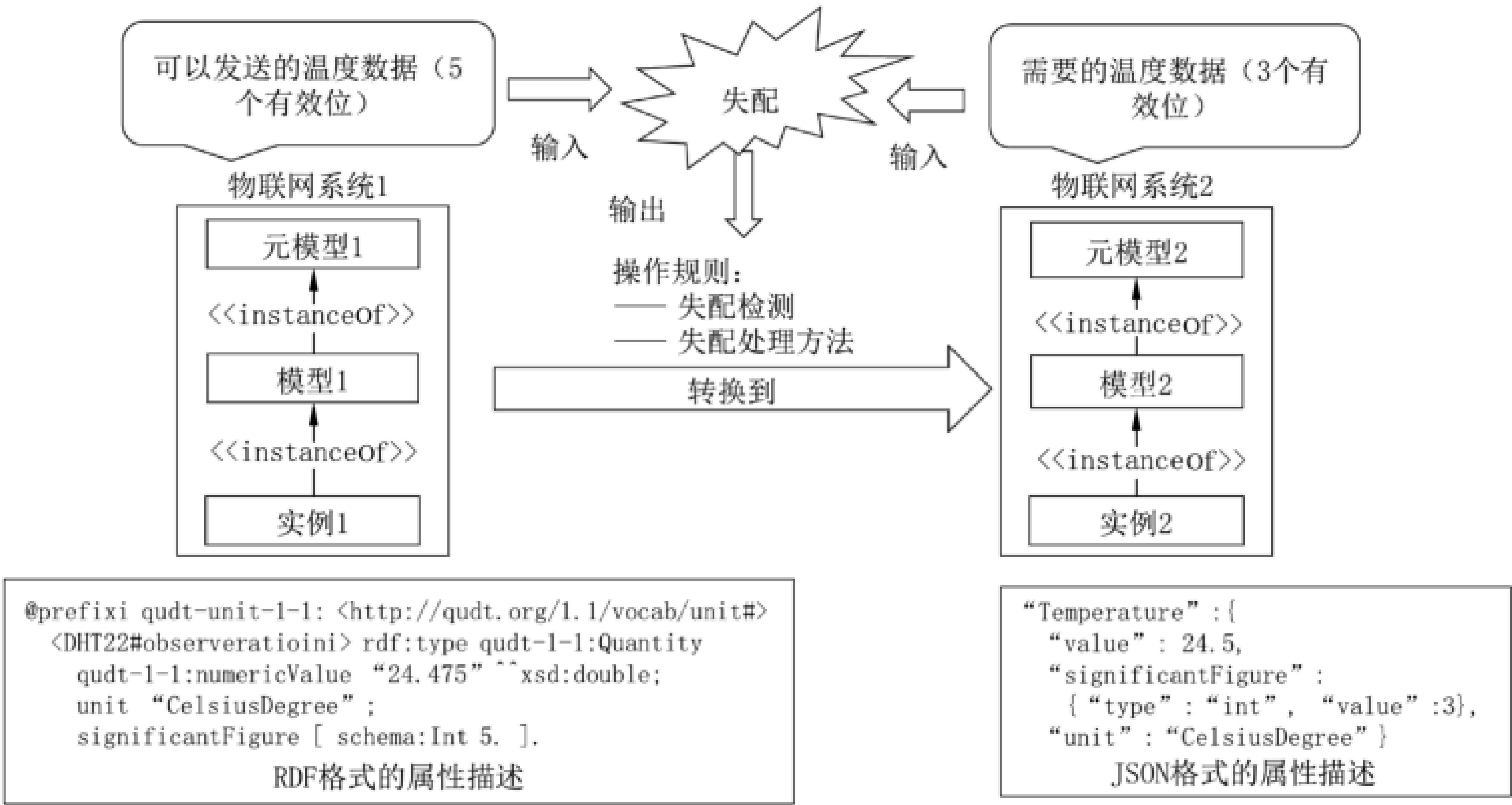


图 7 失配检测与处理方法示例

6.3.2 潜在物联网失配所需的属性和语法处理方法

6.3.2 描述了潜在物联网失配所需的属性和语法处理方法。表 3 列出了物联网系统间潜在失配要求的最少属性和处理方法。

- 指定了每个失配所需的属性和语法处理方法。
- 语法处理方法的分类(F:格式,S:结构,C:语法约束)由表 3 的“类型”列指定。
- 作为参考,表 3 的“非语法处理方法”列中解释了示例的非语法处理方法,说明除了语法处理方法之外还可存在其他处理方法。

表 3 潜在物联网失配所需的属性和解决方法

名称	标题	类型 <sup>a</sup>	所需属性	语法处理方法	非语法 处理方法	受影响的数据 质量(ISO/ IEC 25012)	示例
失配 1	同步失配	F/S/C	latestSynchron- izedTime	“同步”或“失配 通知”	见 6.3.3 中的表 4~ 表 14	符合性	不同的时间戳
失配 2	采样频率 失配	F/S	samplingFre- quency	“重采样”或“插 值”		准确性	每小时 vs 每分钟
失配 3	位置失配	F/S	location	“补偿位置差异” 或“失配通知”		准确性	中心室温 vs 墙壁 室温
失配 4	数据记录 模式失配	F/S	dataRecording- Pattern	“补偿记录模式” 或“失配通知”		可访问性	周期性 vs 变化驱动
失配 5	精度失配	F/S/C	precision	“截断”或“失配 通知”		精度	±0.2℃ vs ±1.0℃
失配 6	有效数字 失配	F/S/C	significantFigure	“舍入”或“截断” 或“失配通知”		精度	2 位数 vs 5 位数

表 3 潜在物联网失配所需的属性和解决方法（续）

名称	标题	类型 <sup>a</sup>	所需属性	语法处理方法	非语法 处理方法	受影响的数据 质量(ISO/ IEC 25012)	示例
失配 7	范围失配	F/S	operatingRange	“范围检查”或 “失配通知”	见 6.3.3 中的表 4～ 表 14	确实性	±50.0 °C vs±30.0 °C
失配 8	校准失配	F/S/C	calibrationTime	“重新校准”或 “补偿校准差异”		确实性	不同的时间戳
失配 9	响应时间 失配	F/S	responseTime	“响应时间补偿” 或“失配通知”		校准	20 ms vs 40 ms
失配 10	采集状态 失配	F/S	acquisitionStatus	“状态通知”		确实性	失败 vs 成功
失配 11	单位失配	F/S	unit	“单位换算”		精度	°C vs °F
<sup>a</sup> F:格式,S:结构,C:语法约束。							

作为参考,本条描述了 ISO/IEC 25012[14]中定义的可能受失配影响的数据质量指标。为避免物联网系统之间交换信息时数据质量下降,应采用弥补失配的处理方法。

6.3.3 潜在物联网失配所需属性和语法处理方法的详细信息

本条对表 3 中列出的每一种失配进行详细说明。

对于 6.3.3 中的所有表,“所需属性”行通过 XML 格式的伪模式定义属性。“<name>”标签表示所需的属性名称。“<datatype>”标签依据 IEC 61360-1:2017<sup>[16]</sup>进行描述。XML 中的其他标签用于提供属性的附加信息。

“失配检测”和“语法处理方法”行中的“函数签名”指定了方法名称、参数和要求。

——失配 1:同步失配,见表 4。

表 4 失配 1:同步失配

失配 1:同步失配	
名称	失配 1
标题	同步失配
描述	“同步失配”是物联网系统之间的时钟不同步。 例如,如果物联网系统 1 中定义的“最新同步时间”为“2004-04-01T12:00Z”,而物联网系统 2 中定义的“最新同步时间”为“2004-01-01T11:00Z”,则存在失配
所需属性	<property> <id>MS1</id> <name>latestSynchronizedTime</name> <datatype>DATE_TIME_TYPE</datatype> <description>“latestSynchronizedTime”以 ISO 8601(RFC 3339)的格式记录最新的同步时间,即应使用“UTC”的时间格式</description> <resource>ISO/IEC 22417</resource></property>



表 4 失配 1:同步失配（续）

失配 1:同步失配	
失配检测	函数签名： 失配检测(物联网系统 1.latestSynchronizedTime,物联网系统 2. latestSynchronizedTime) 要求： 当两个物联网系统中定义的“latestSynchronizedTime”属性不匹配时,应检测到同步失配
语法处理方法	函数签名： 语法处理方法(物联网系统 1.latestSynchronizedTime,物联网系统 2. latestSynchronizedTime) 要求： 语法处理方法应实现“同步”或“失配通知”
非语法处理方法	非语法处理方法不在本文件的考虑范围内。例如,可以实现基于硬件或软件的时间同步处理方法 <sup>[30]</sup>

——失配 2:采样频率失配,见表 5。

表 5 失配 2:采样频率失配

失配 2:采样频率失配	
名称	失配 2
标题	采样频率失配
描述	“采样频率失配”是物联网系统之间数据采样频率的不匹配。 例如,如果物联网系统 2 每分钟请求一次数据,而物联网系统 1 只能每小时提供一次数据,则存在失配
所需属性	<pre>&lt;property&gt; &lt;id&gt;MS2&lt;/id&gt; &lt;name&gt;samplingFrequency&lt;/name&gt; &lt;datatype&gt;REAL_MEASURE_TYPE&lt;/datatype&gt; &lt;description&gt;“samplingFrequency”是数据周期性采样的频率&lt;/description&gt; &lt;resource&gt;[ https://www. w3. org/TR/2017/REC-vocab-ssn-20171019/, https://w3id. org/iot/ qoi,http://www.ontology-of-units-of-measure.org/resource/om-2/Unit]&lt;/resource&gt; &lt;/property&gt;</pre>
失配检测	函数签名： 失配检测(物联网系统 1.samplingFrequency,物联网系统 2.samplingFrequency) 要求： 当两个物联网系统中定义的“samplingFrequency”属性不匹配时,应检测到采样频率失配
语法处理方法	函数签名： 语法处理方法(物联网系统 1.samplingFrequency,物联网系统 2. samplingFrequency) 要求： 语法处理方法应实现“重采样”或“插值”
非语法处理方法	非语法处理方法不在本文件的考虑范围内。例如,可通过基于策略的数据采集时间协调实现处理方法

——失配 3:位置失配,见表 6。

表 6 失配 3:位置失配

失配 3:位置失配	
名称	失配 3
标题	位置失配
描述	“位置失配”是物联网系统之间的位置不匹配。 例如,如果物联网系统 1 需要表示房间温度的“室温”,而物联网系统 2 能提供的是在墙壁上测量的“壁温”,则存在失配
所需属性	<pre>&lt;property&gt; &lt;id&gt;MS3&lt;/id&gt; &lt;name&gt;location&lt;/name&gt; &lt;datatype&gt;STRING_TYPE(geo URI)&lt;/datatype&gt; &lt;description&gt; “location”是在给定坐标参考系统(CRS)处获取或期望获取数据的地理空间信息。CRS 应在“geo URI”的数据类型中指定。 &lt;/description&gt; &lt;resource&gt; “geo URI”=https://tools.ietf.org/rfc/rfc5870 &lt;/resource&gt; &lt;/property&gt;</pre>
失配检测	函数签名: 失配检测(物联网系统 1.location,物联网系统 2.location) 要求: 当这两个物联网系统中定义的“location”属性不匹配时,应检测到位置失配
语法处理方法	函数签名: 语法处理方法(物联网系统 1.location,物联网系统 2.location) 要求: 语法处理方法应实现“补偿位置差异”或“失配通知”
非语法处理方法	非语法处理方法不在本文件的考虑范围内。例如,可实现基于插值或校正因子的处理方法

——失配 4:数据记录模式失配,见表 7。

表 7 失配 4:数据记录模式失配

失配 4:数据记录模式失配	
名称	失配 4
标题	数据记录模式失配
描述	“数据记录模式失配”是物联网系统之间数据采集时间点的不匹配。 例如,如果物联网系统 1 期望周期性记录数据,而物联网系统 2 只能在确认数据有变化时才记录数据,则存在失配
所需属性	<pre>&lt;property&gt; &lt;id&gt;MS4&lt;/id&gt; &lt;name&gt;dataRecordingPattern&lt;/name&gt; &lt;datatype&gt;ENUM_CODE_TYPE(“周期性”,“变化驱动”) &lt;/datatype&gt; &lt;description&gt;“dataRecordingPattern”指定了一种模式,该模式指示信息是按指定的周期性频率采 集还是基于变化驱动的方式采集。&lt;/description&gt; &lt;resource&gt;https://www.w3.org/TR/websub/&lt;/resource&gt; &lt;/property&gt;</pre>

表 7 失配 4:数据记录模式失配（续）

失配 4:数据记录模式失配	
失配检测	函数签名： 失配检测(物联网系统 1.dataRecordingPattern,物联网系统 2. dataRecordingPattern) 要求： 当这两个物联网系统中定义的“dataRecordingPattern”属性不匹配时,应检测到数据记录模式失配
语法处理方法	函数签名： 语法处理方法(物联网系统 1.dataRecordingPattern,物联网系统 2. dataRecordingPattern) 要求： 语法处理方法应实现“补偿记录模式”或“失配通知”
非语法处理方法	非语法处理方法不在本文件的考虑范围内。例如,可实现基于插值或变化点检测的处理方法

——失配 5:精度失配,见表 8。

表 8 失配 5:精度失配

失配 5:精度失配	
名称	失配 5
标题	精度失配
描述	“精度失配”是物联网系统之间数据精度的不匹配。 例如,如果物联网系统 1 要求温度传感器的精度为±0.2 ℃,而物联网系统 2 只能提供±1.0 ℃的精度,则存在失配
所需属性	<property> <id>MS5</id> <name>precision</name> <datatype>REAL_MEASURE_TYPE</datatype> <description>“precision”是指在特定条件下,由值及其单位表征的物理量的定量对称或非对称偏差</description> <resource>https://www.w3.org/TR/vocab-ssn/</resource> </property>
失配检测	函数签名： 失配检测(物联网系统 1.precision,物联网系统 2.precision) 要求： 当两个物联网系统中定义的“精度”属性不匹配时,应检测到精度失配
语法处理方法	函数签名： 语法处理方法(物联网系统 1.precision,物联网系统 2.precision) 要求： 语法处理方法应实现“截断”或“失配通知”
非语法处理方法	非语法处理方法不在本文件的考虑范围内。例如,可实现基于策略的数据精度协调处理方法

——失配 6:有效数字失配,见表 9。



表 9 失配 6:有效数字失配

失配 6:有效数字失配	
名称	失配 6
标题	有效数字失配
描述	“有效数字失配”是物联网系统间数据有效数字位数的不匹配。 例如,如果物联网系统 1 需要两个有效数字位的温度数据,而物联网系统 2 能提供五个有效数字位,则存在失配
所需属性	<div> <div>&lt;property&gt;</div> <div>&lt;id&gt;MS6&lt;/id&gt;</div> <div>&lt;name&gt;significantFigure&lt;/name&gt;</div> <div>&lt;datatype&gt;REAL_TYPE&lt;/datatype&gt;</div> <div>&lt;description&gt;“significantFigure”用于以近似方式表示与报告的数值结果相关的精度或不确定性&lt;/description&gt;</div> <div>&lt;resource&gt;https://www.w3.org/TR/vocab-ssn/&lt;/resource&gt;</div> <div>&lt;/property&gt;</div> </div>
失配检测	函数签名: 失配检测(物联网系统 1.significantFigure,物联网系统 2.significantFigure) 要求: 当两个物联网系统中定义的“有效数字”属性不匹配时,应检测到有效数字失配。
语法处理方法	函数签名: 语法处理方法(物联网系统 1.significantFigure,物联网系统 2. significantFigure) 要求: 语法处理方法应实现“舍入”或“截断”或“失配通知”。
非语法处理方法	非语法处理方法不在本文件的考虑范围内。例如,可实现基于策略的有效数字协调处理方法

——失配 7:范围失配,见表 10。

表 10 失配 7:范围失配

失配 7:范围失配	
名称	失配 7
标题	范围失配
描述	“范围失配”是物联网系统之间工作范围的不匹配。 例如,如果物联网系统 1 需要±50.0 ℃的工作范围,而物联网系统 2 只能提供±30.0 ℃的工作范围,则存在失配
所需属性	<div> <div>&lt;property&gt;</div> <div>&lt;id&gt;MS7&lt;/id&gt;</div> <div>&lt;name&gt;operatingRange&lt;/name&gt;</div> <div>&lt;datatype&gt;LEVEL (MIN, MAX) OF REAL_MEASURE_TYPE&lt;/datatype&gt;</div> <div>&lt;description&gt;“operatingRange”描述了系统工作所需的范围&lt;/description&gt;</div> <div>&lt;resource&gt;https://www.w3.org/TR/vocab-ssn/&lt;/resource&gt;</div> <div>&lt;/property&gt;</div> </div>

表 10 失配 7:范围失配（续）

失配 7:范围失配	
失配检测	函数签名： 失配检测(物联网系统 1.operatingRange,物联网系统 2.operatingRange) 要求： 当这两个物联网系统中定义的“工作范围”属性不匹配时,应检测到范围失配
语法处理方法	函数签名： 语法处理方法(物联网系统 1.operatingRange,物联网系统 2.operatingRange) 要求： 语法处理方法应实现“范围检查”或“失配通知”
非语法处理方法	非语法处理方法不在本文件的考虑范围内。例如,可实现基于全系统范围的工作范围协调

——失配 8:校准失配,见表 11。

表 11 失配 8:校准失配

失配 8:校准失配	
名称	失配 8
标题	校准失配
描述	“校准失配”是给定时间尺度下校准时间的不匹配。 例如,如果物联网系统 1 需要特定的校准时间,而物联网系统 2 只能提供不同的校准时间,则存在失配
所需属性	<property> <id>MS8</id> <name>calibrationTime</name> <datatype>REAL_MEASURE_TYPE</datatype> <description>“calibrationTime”描述了系统校准时的时间戳</description> <resource>https://www.w3.org/TR/vocab-ssn/</resource> </property>
失配检测	函数签名： 失配检测(物联网系统 1.calibrationTime,物联网系统 2.calibrationTime) 要求： 当两个物联网系统中定义的“calibrationTime”属性不匹配时,应检测到校准失配
语法处理方法	函数签名： 语法处理方法(物联网系统 1.calibrationTime,物联网系统 2.calibrationTime) 要求： 语法处理方法应实现“重新校准”或“补偿校准差异”
非语法处理方法	非语法处理方法不在本文件的考虑范围内。例如,可实现基于全系统策略的调整处理方法

——失配 9:响应时间失配,见表 12。

表 12 失配 9:响应时间失配

失配 9:响应时间失配	
名称	失配 9
标题	响应时间失配
描述	“响应时间失配”是物联网系统之间响应时间的不匹配。 例如,如果物联网系统 1 期望响应时间为“20 ms”,但物联网系统 2 提供“40 ms”响应时间,则存在失配
所需属性	<div> <div>&lt;property&gt;</div> <div>&lt;id&gt;MS9&lt;/id&gt;</div> <div>&lt;name&gt;responseTime&lt;/name&gt;</div> <div>&lt;datatype&gt;REAL_MEASURE_TYPE&lt;/datatype&gt;</div> <div>&lt;description&gt;“responseTime”是物联网设备设置一个数值的时间与其观察到该数值的时间之差&lt;/description&gt;</div> <div>&lt;resource&gt;https://www.w3.org/TR/vocab-ssn/&lt;/resource&gt;</div> <div>&lt;/property&gt;</div> </div>
失配检测	函数签名: 失配检测(物联网系统 1.responseTime,物联网系统 2.responseTime) 要求: 当两个物联网系统中定义的“responseTime”属性不匹配时,应检测到响应时间失配
语法处理方法	函数签名: 语法处理方法(物联网系统 1.responseTime,物联网系统 2.responseTime) 要求: 语法处理方法应实现“响应时间补偿”或“失配通知”
非语法处理方法	非语法处理方法不在本文件的考虑范围内。例如,可实现基于策略的响应时间补偿处理方法

——失配 10:采集状态失配,见表 13。

表 13 失配 10:采集状态失配

失配 10:采集状态失配	
名称	失配 10
标题	采集状态失配
描述	“采集状态失配”是数据采集状态之间的不匹配。 例如,如果物联网系统 1 期望数据采集成功,而物联网系统 2 无法采集数据或只能提供错误数据,则存在失配
所需属性	<div> <div>&lt;property&gt;</div> <div>&lt;id&gt;MS10&lt;/id&gt;</div> <div>&lt;name&gt;acquisitionStatus&lt;/name&gt;</div> <div>&lt;datatype&gt;ENUM_CODE_TYPE(“成功”,“失败”,“错误”)&lt;/datatype&gt;</div> <div>&lt;description&gt;“acquisitionStatus”是对不同物联网系统之间数据采集中发生的状态的枚举,它可能是“成功”或“失败”或“错误”&lt;/description&gt;</div> <div>&lt;resource&gt;https://www.w3.org/TR/vocab-ssn/&lt;/resource&gt;</div> <div>&lt;/property&gt;</div> </div>

表 13 失配 10:采集状态失配（续）

失配 10:采集状态失配	
失配检测	函数签名： 失配检测(物联网系统 1.acquisitionStatus,物联网系统 2.acquisitionStatus) 要求： 当两个物联网系统中定义的“acquisitionStatus”属性失配时,应检测到“采集状态失配”
语法处理方法	函数签名： 语法处理方法(物联网系统 1.acquisitionStatus,物联网系统 2. acquisitionStatus) 要求： 语法处理方法应实现“状态通知”
非语法处理方法	非语法处理方法不在本文件的考虑范围内。例如,可通过转换或失败及错误代码通知实现处理方法

——失配 11:单位失配,见表 14。

表 14 失配 11:单位失配

失配 11:单位失配	
名称	失配 11
标题	单位失配
描述	“单位失配”是物联网系统间测量单位的不匹配。 例如,如果物联网系统 1 期望室温以“摄氏度”为单位,而物联网系统 2 提供的温度以“华氏度”为单位,则存在失配
所需属性	<property> <id>MS11</id> <name>unit </name> <datatype>CLASS_REFERENCE_TYPE(0112/2///62720) </datatype> <description>“unit”是测量单位</description> <resource>IEC 62720</resource> </property>
失配检测	函数签名： 失配检测(物联网系统 1.unit,物联网系统 2.unit) 要求： 当两个物联网系统中定义的“单位”属性不匹配时,应检测到“单位失配”
语法处理方法	函数签名： 语法处理方法(物联网系统 1.unit,物联网系统 2.unit) 要求： 语法处理方法应执行“单位转换”
非语法处理方法	非语法处理方法不在本文件的考虑范围内。例如,可实现全系统范围的单位协调处理方法[31]

7 物联网语法互操作性框架

7.1 通则

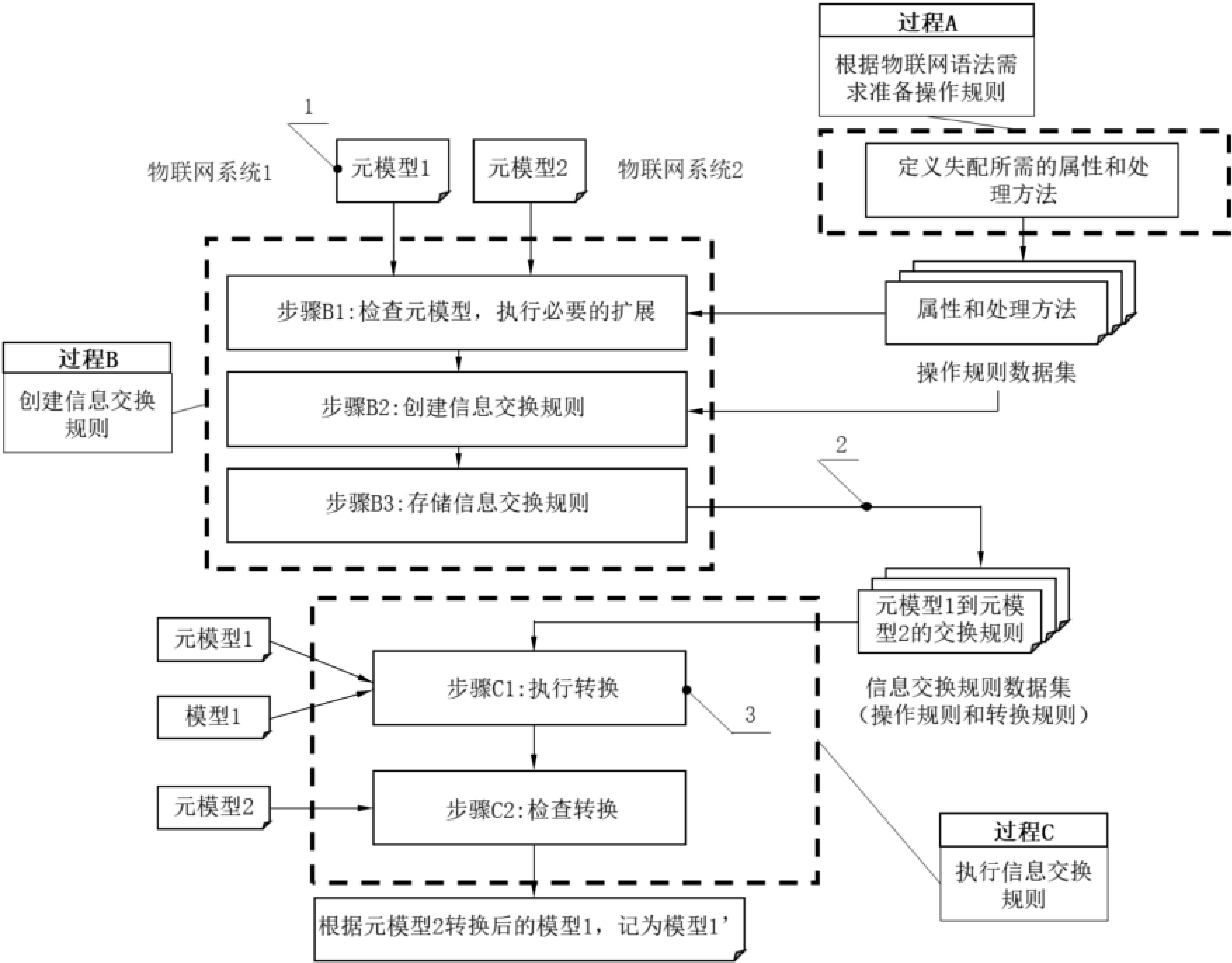


图 8 从语法角度制定物联网设备相关的信息交换规则的流程框架

为了实现物联网系统之间的语法互操作性,根据第 5 章、第 6 章的描述,应提供如图 8 所示的框架。框架的实现不在本文件的范围内。

框架中的过程分为三组。

- 右上角虚线框中过程 A 应该根据 6.3 的要求准备必要的属性和处理方法。此过程的输出是“操作规则数据集”(Dataset of Operation Rules,DOR)。
- 中间虚线框中的过程 B 应该创建信息交换规则。此过程的输出是“信息交换规则数据集”(Dataset for Information Exchange Rules,DIER)。DIER 由 DOR 和“转换规则数据集”(Dataset for Translation Rules,DTR)组成。
- 最下面虚线框中的过程 C 应该执行信息交换规则并检查结果。

在图 8 中,创建的 DOR 应被物联网系统复用以实现语法互操作性。如果物联网系统具有与元模型 1 或元模型 2 相同的元模型,则应复用 DIER。

一旦创建了 DOR 和 DIER,对于可复用 DOR 和 DIER 的两个物联网系统,可以省略过程 A 和过程 B。

7.2 操作规则数据集(DOR)的概念模型

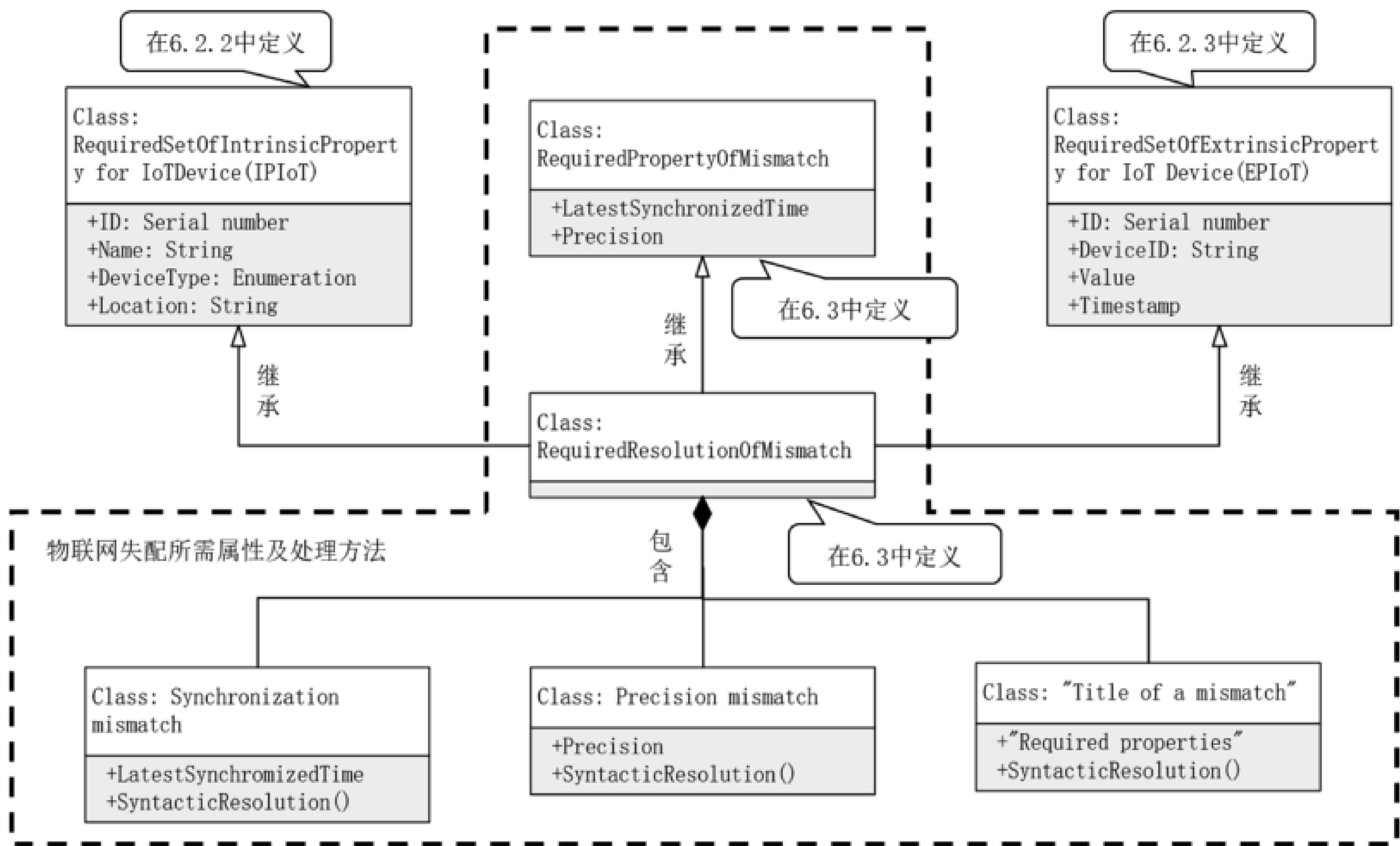


图 9 操作规则数据集(DOR)概念模型

- 图 9 为 DOR 的概念模型。以下要求适用于图 9 中所示的类。
- DOR 应通过过程 A 创建,它应包含表 3 中定义的失配属性和处理方法、6.2.2 中定义的 IoT 设备内在属性以及 6.2.3 中规定的 IoT 设备所需的外在属性。
  - “RequiredPropertyOfMismatch”类应定义失配所需的属性。
  - “RequiredSetOfIPIoT”类应定义物联网设备所需的内在属性。
  - “RequiredSetOfEPIoT”类应定义物联网设备所需的外在属性。
  - “RequiredResolutionOfMismatch”类应继承上述三个类的所有属性。
  - “RequiredResolutionOfMismatch”类应包含失配的可能解决方案。6.3.3 中的每个失配都定义为一个类,该类应包含失配所需的属性和语法处理方法。代表失配的类的名称与失配名称相对应。例如,“Class:Synchronization mismatch”是根据 6.3.3 中的失配 1 同步失配定义的。该类的属性为“latestSynchronizedTime”,语法处理方法为“syntacticResolution()”,代表同步失配语法处理方法。其他失配类以相同的方法定义。

该概念模型中的所有实体都应能根据物联网系统和物联网设备不断发展的需求而灵活地进行修改/更新/删除/添加。

7.3 语法互操作性框架的详细程序

7.3.1 过程 A 准备需要的属性和处理方法

为了能够根据第 6 章中的描述来准备 DOR,图 10 展示了过程 A 的总体流程图。在此过程中,应需要以下步骤。步骤 A1、步骤 A2 和步骤 A3 的顺序可改变。



- 在步骤 A1 中,应定义物联网设备的内在属性 IPIoT 以实现语法互操作性。
- 在步骤 A2 中,应定义物联网设备的外在属性 EPIoT。
- 在步骤 A3 中,应定义 IoT 失配的属性及语法处理方法。
- 在步骤 A4 中,所有定义的数据都应保存到 DOR。DOR 应与图 9 所示的概念模型一致。
- 当 DOR 有更新时,更新的数据应在步骤 A5 中定义并保存到更新的 DOR。

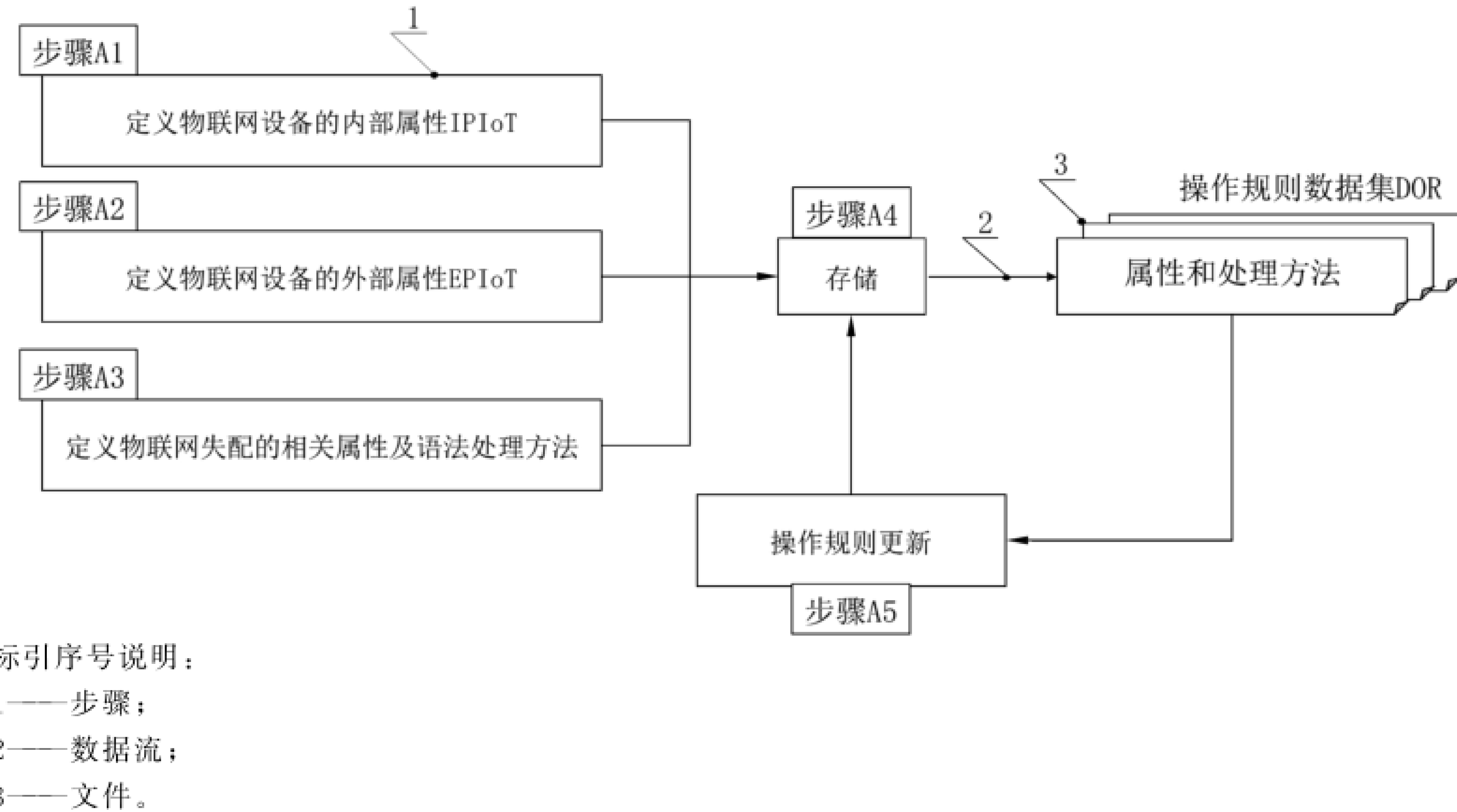


图 10 过程 A 步骤

7.3.2 过程 B 创建信息交换规则(DIER)

过程 B 的一般流程图如图 8 所示,从步骤 B1 到步骤 B3。通过过程 B,能生成两个物联网系统之间的信息交换规则。应包含以下步骤。

- 在步骤 B1 中,如果物联网系统 1 的元模型 1 和物联网系统 2 的元模型 2 不包含语法互操作性要求的必需属性,则应 将必要的属性适当添加到元模型中。
- 在步骤 B2 中,应创建元模型 1 和元模型 1 之间的信息交换规则。
- 在步骤 B3 中,创建的信息交换规则应保存为 DIER,且应被用于执行元模型 1 和元模型 2 之间的信息转换。

信息交换规则可以是单向或双向的。

信息交换规则取决于元模型 1 和元模型 2。符合元模型 1 和元模型 2 的物联网系统能复用这些信息交换规则实现其语法互操作性。

7.3.3 过程 C 执行信息交换规则并检查结果

过程 C 的流程图如图 8 中最下面虚线框所示。通过过程 C,物联网系统 1 中的模型 1 和数据能被转换为物联网系统 2 中的模型 2 和数据,反之亦然。在过程 C 中,应设置以下步骤。

- 在步骤 C1 中,物联网系统 1 中的数据,即物联网系统 1 的元模型 1 和模型 1,以及创建的信息交换规则应作为输入以执行信息转换。
- 通过步骤 C1,模型 1 被转换为模型 1',模型 1'应符合物联网系统 2 的元模型 2。
- 在步骤 C2 中,应检查模型 1'是否符合元模型 2。如果模型 1'符合元模型 2,那么模型 1'能被物联网系统 2 理解和使用。

经由第 7 章中的过程,物联网系统 1 和物联网系统 2 之间的语法互操作性能通过基于它们元模型创建的信息交换规则来实现。

附录 A  
(资料性)  
物联网设备和数据的属性

A.1 物联网设备的内在属性

表 A.1 列出了物联网设备可能的内在属性。该列表可能根据物联网设备和物联网系统的要求进行演进。

表 A.1 物联网设备的内在属性

设备 ID	名称	必选/可选	描述	可用的物联网用例
IPIoT_P1	ID	必选	参见表 1 中的“ID”	ISO/IEC TR 22417: IoT 用例
IPIoT_P2	Name	可选	参见表 1 中的“名称”	ISO/IEC TR 22417: IoT 用例
IPIoT_P3	DeviceType	必选/可选	参见表 1 中的“设备类型”	ISO/IEC TR 22417: IoT 用例
IPIoT_P4	Location	可选	参见表 1 中的“位置”	ISO/IEC TR 22417: IoT 用例
IPIoT_P5	Digital communication protocol type	可选	在数字通信中使用的协议类型列表 <sup>a,b</sup>	ISO/IEC TR 22417: IoT 用例
IPIoT_P6	HeartBeatCurrentStatus	可选	规定项目运行状态的限定符 [来源: IEC 61360-4 CDD, 61360_4# ADA356-operational state qualifier]	ISO/IEC TR 22417: IoT 用例
IPIoT_P7	Event	可选	从物联网设备发出的事件	ISO/IEC TR 22417: IoT 用例
IPIoT_P8	SecurityLevelOfDevice	可选	层级安全分类和代表对象敏感性或个体安全许可的安全类别的组合 [来源: ISO/IEC 20944-1: 2013, 3.11.1.14]	ISO/IEC TR 22417: IoT 用例
IPIoT_P9	CommunicationAddress	可选	永久分配给设备或存储位置的地址,该地址无需转换或计算即可识别设备或位置 [来源: ISO/IEC/IEEE 24765: 2017, 3.19]	ISO/IEC TR 22417: IoT 用例
IPIoT_P10	Receiver	可选	接收消息的一方(指设备) [来源: ISO 16609: 2012, 3.20]	ISO/IEC TR 22417: IoT 用例
IPIoT_P11	Power	可选	能量的来源(电池、电源) [来源: ISO 14708-5: 2020, 3.18]	ISO/IEC TR 22417: IoT 用例



表 A.1 物联网设备的内在属性（续）

设备 ID	名称	必选/可选	描述	可用的物联网用例
IPIoT_P12	Port	可选	通过网络与计算机程序通信的接口 [来源：ISO 17532:2007,3.29]	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
IPIoT_P13	Sender	可选	负责且被授权发送消息的一方（设备） [来源：ISO 16609:2012,3.21]	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
IPIoT_P14	Description	可选	物联网设备的描述	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
IPIoT_P15	DeviceOwner	可选	参见表 1 中的“设备所有者”	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
IPIoT_P17	AC DC	可选	电源类型：交流或直流	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
IPIoT_P18	Cardinality	可选	相关设备的基数	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
IPIoT_P19	StateOfDevice	可选	物联网设备当前状态（运行 停止 错误等）	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
IPIoT_P20	PrivacyOfDevice	可选	物联网设备隐私（隐私信息、级别等）	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
IPIoT_P21	SamplingFrequency	可选	从物联网设备采集数据的频率	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
IPIoT_P22	ContinuousWorkingPeriod	可选	对象持续运行的时长（月/日/小时等）	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
IPIoT_P23	Size	可选	制造商定义的设备的相关尺寸特性 [来源：ISO 10432:2004,3.25]	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
IPIoT_P24	RatedPower	可选	视在功率的常规值，为变压器、并联电抗器或消弧线圈的设计、制造商的保证和测试奠定基础，确定在规定条件下施加额定电压时可承载的额定电流值 [来源：IEC 60050-421:1990，421-04-04]	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
IPIoT_P25	MaintenanceRecord	可选	参见表 1 中的“维修记录”	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
IPIoT_P26	RoHS	可选	RoHS 合规状态	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
IPIoT_P27	StartTimestamp  OnTimestamp	可选	启动时间戳	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
IPIoT_P28	StopTimestamp  OffTimestamp	可选	关闭时间戳	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
IPIoT_P29	OnOffCount	可选	开/关次数	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
IPIoT_P30	Relation	可选	与相关设备的关系	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
IPIoT_P31	SecurityLevelOfEnvironment	可选	物联网设备安装位置的安全级别	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例

表 A.1 物联网设备的内在属性（续）

设备 ID	名称	必选/可选	描述	可用的物联网用例
IPIoT_P32	BatteryLife	可选	没有新的能源供应情况下计时仪器的寿命 [来源：ISO 6426-2:2002，3.20]	W3C 语义传感器网络本体 (W3C Semantic Sensor Network Ontology)
IPIoT_P33	VersionOfSoftware	可选	软件版本标识	—
IPIoT_P34	VersionOfDevice	可选	设备版本信息（序列号、年份等）	—
IPIoT_P35	CO <sub>2</sub>	可选	二氧化碳排放	—
IPIoT_P36	Readable  Writable	可选	物联网设备是否可写或可读的限制	—
IPIoT_P37	MeasurementRange	可选	误差在规定范围内的被测量的测量值集合 [来源：ISO 26782:2009,3.11]	W3C 语义传感器网络本体 (W3C Semantic Sensor Network Ontology)
IPIoT_P38	ActuationRange	可选	执行器数据范围	W3C 语义传感器网络本体 (W3C Semantic Sensor Network Ontology)
<div><div><sup>a</sup> 通信产品支持一种或多种数字通信协议。</div><div><sup>b</sup> 在运行过程中，一个产品仅使用一种通信协议。</div></div>				

A.2 物联网设备的外在属性

表 A.2 中列出了物联网设备可能的外在属性。该列表可以根据物联网设备和物联网系统的要求不断演进。

表 A.2 物联网设备的外在属性

设备 ID	名称	必选/可选	描述	可用的物联网用例
EPIoT_P1	DataID	必选	参见表 2 中的“数据 ID”	—
EPIoT_P2	DeviceID	必选	参见表 2 中的“设备 ID”	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
EPIoT_P3	Timestamp	必选	参见表 2 中的“时间戳”	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
EPIoT_P4	DataFormat	可选	文件或流中的数据格式。 [来源：ISO/IEEE 11073-10201:2020，3.14]	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
EPIoT_P5	DataType	可选	值域。[来源：ISO 10303-11：2004，3.3.5]	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
EPIoT_P6	AccessAuthority	可选	参见表 2 中的“访问权限”	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
EPIoT_P7	Value	必选	参见表 2 中的“值”	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
EPIoT_P8	Accuracy	可选	参见表 2 中的“准确性”	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例
EPIoT_P9	DataDomain	可选	信息的行业领域	ISO/IEC TR 22417：IoT 用例

表 A.2 物联网设备的外在属性（续）

设备 ID	名称	必选/可选	描述	可用的物联网用例
EPIoT_P10	DataPrivacy	可选	设备数据的隐私 <sup>a</sup>	ISO/IEC TR 22417: IoT 用例
EPIoT_P11	ProtocolOfData	可选	信息通信协议。如果未指定,则与连接时相同	ISO/IEC TR 22417: IoT 用例
EPIoT_P12	Analog Digital	可选	从设备采集的数据类型(模拟/数字)	ISO/IEC TR 22417: IoT 用例
EPIoT_P13	Security LevelOfData	可选	数据安全等级	ISO/IEC TR 22417: IoT 用例
EPIoT_P14	MessageFormat	可选	消息的格式。如未规定,则与数据格式相同	ISO/IEC TR 22417: IoT 用例
EPIoT_P15	Version	可选	信息的版本	ISO/IEC TR 22417: IoT 用例
EPIoT_P16	DataSize	可选	数据的大小,如字节或兆字节	ISO/IEC TR 22417: IoT 用例
EPIoT_P17	DataSurvivalPeriod	可选	信息的有效日期	ISO/IEC TR 22417: IoT 用例
EPIoT_P18	OwnerOfData	可选	数据所有者 <sup>b</sup>	ISO/IEC TR 22417: IoT 用例
EPIoT_P19	ValueRange	可选	值的范围。一组值的最大值和最小值之间的差值	ISO/IEC TR 22417: IoT 用例
EPIoT_P20	ValidPeriod	可选	信息的到期日期。如未规定,则没有到期日期	ISO/IEC TR 22417: IoT 用例
EPIoT_P21	DiscreteData ContinuousData	可选	从物联网设备采集的数据是连续的还是离散的	—
EPIoT_P22	Sensitivity	可选	用于特定目的的一组相关数据。	W3C 语义传感器网络本体
EPIoT_23	Precision		在规定条件下获得的独立测试结果之间的接近程度。 [来源: ISO 3534-2:2006, 3.3.4]	
<sup>a</sup> 设备数据是指设备运行时产生的数据。 <sup>b</sup> 所有者与 IPIoT_P15 的描述相同。				

附录 B  
(资料性)  
一个用例

B.1 概述

附录 B 中介绍了一个实现物联网语法互操作性的用例。

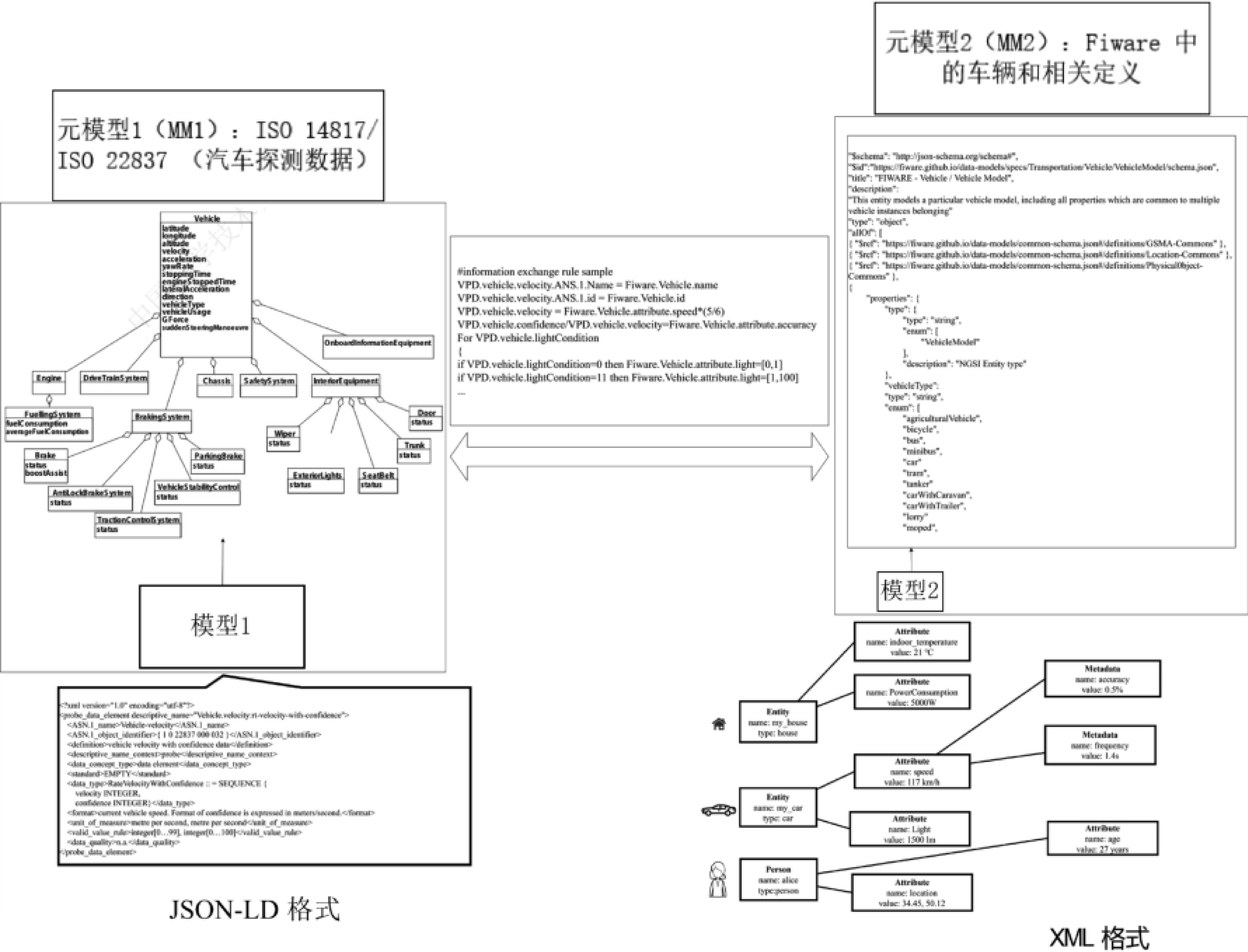
B.2 用例概述：智慧城市中的网联车辆

本用例介绍了如何通过元模型的信息交换规则实现网联汽车和智慧城市车辆数据模型之间的语法互操作性。

在本用例中，利用了 ISO 22837[12]和 ISO 14817-1:2015[2]中的网联汽车信息模型和数据要求。采用 ISO 22837:2009 附录 A[12]中定义的信息模型作为网联汽车探测数据的元模型 MM1。本信息模型使用 ISO 14817-1:2015[2]中标识的 UML 子集。

采用智慧城市 FIWARE 数据模型[18]中的车辆数据模型[19]作为车辆元模型 MM2。

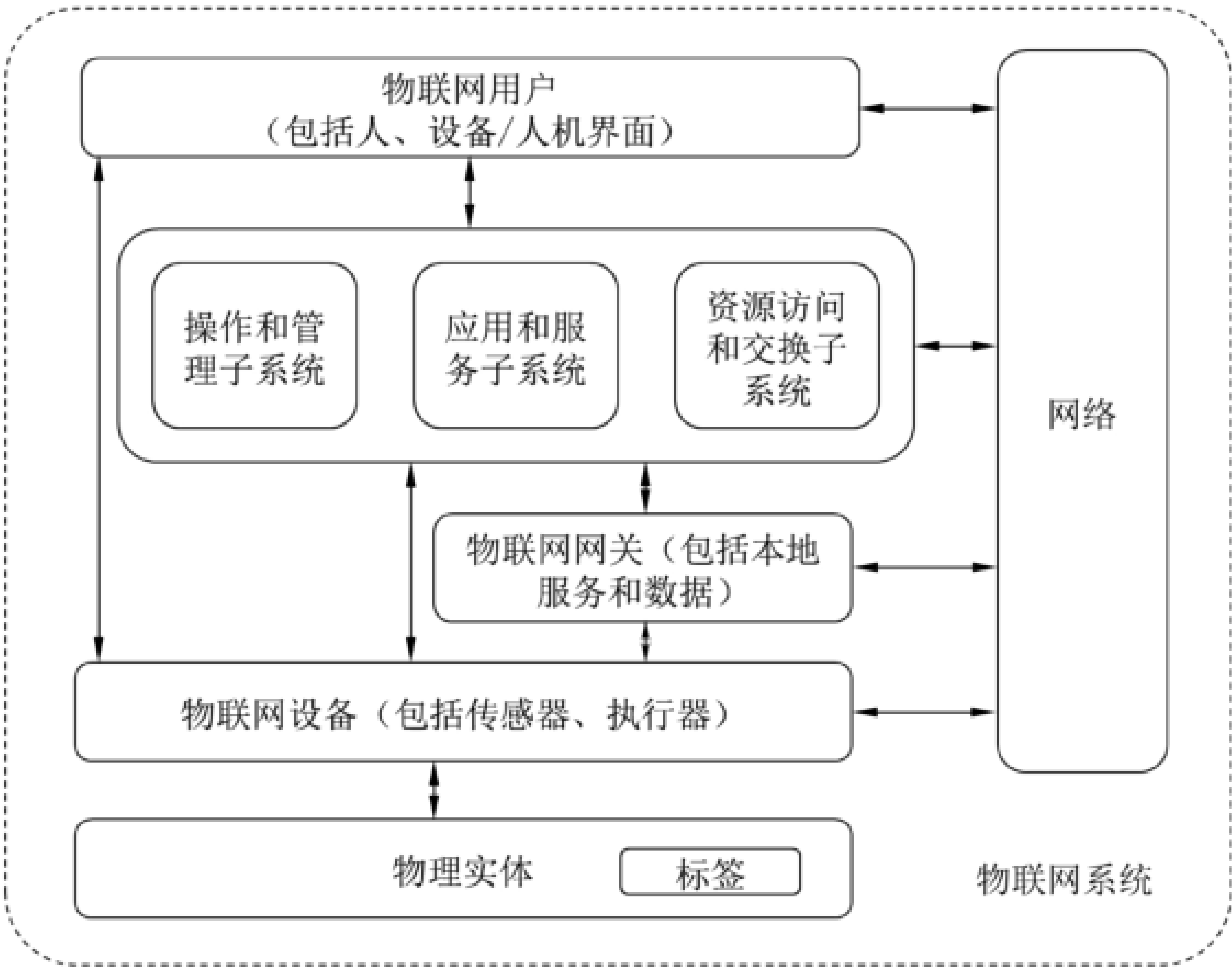
本用例的概览如图 B.1 所示。它描述了如何能够应用基于网联汽车元模型(MM1)和 FIWARE 中车辆元模型(MM2)的信息交换规则来支持它们的语法互操作性。



B.3 此用例的一个场景

B.3.1 此用例的架构

如图 B.2 所示。根据 ISO/IEC 30141:2018[15]的图 11,可将网联汽车识别为一个物联网设备。它能与 FIWARE 数据模型中包括车辆及相关定义的子系统共享其探测数据(包括在 ISO 22837[12]中定义的环境数据等)。在这个用例中,一个子系统——交通管理系统——能用来与联网车辆通信。



注：基于 ISO/IEC 30141:2018 的图 11。

图 B.2 智慧城市用例中的网联车辆架构图

B.3.2 场景：联网汽车与交通管理系统(TMS)之间的数据交换



图 B.3 车辆与交通管理系统之间的信息交换

图 B.3 描述的场景用于说明基于图 B.2 架构的网联汽车和 TMS 之间的信息交换。

——汽车包含探测数据,交通管理系统(TMS)包含 FIWARE 数据模型中的车辆和相关定义。汽车能与 TMS 通信。

——本场景是汽车使用 TMS 推荐的行驶路径以避免交通拥堵的一个简单用例。

——本场景的目的是帮助读者理解如何能够实现基于元模型的信息交换。

本场景的具体实现步骤如下。

- a) 汽车向 TMS 发送其位置和速度等信息。
- b) 然后 TMS 要求汽车共享其目的地信息。
- c) 汽车向 TMS 发送其目的地信息,例如目的地(点)、周围障碍物信息(如障碍物的方向、距离等)。
- d) TMS 进一步要求汽车共享其环境信息。
- e) 汽车向 TMS 发送其环境信息,例如周围温度、降雨强度和光照条件。
- f) TMS 最终向汽车发送推荐的行驶路径。

通过以上步骤,汽车的探测数据能与 TMS 的车辆相关数据进行交换。本场景的元模型、模型和数据包含在 B.2 的示例中。

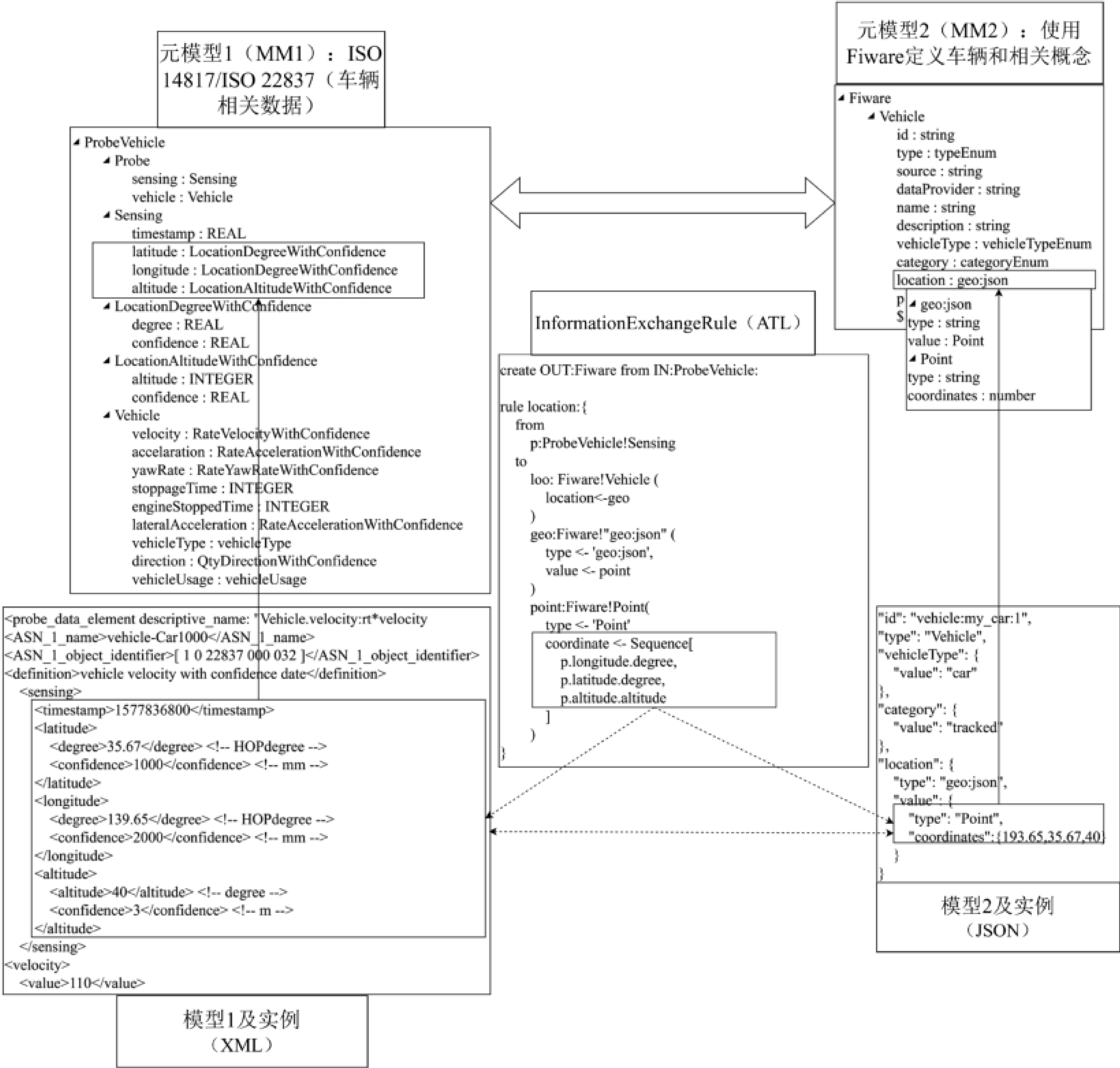


图 B.4 用例示例文件之间的关系

B.4 此用例中使用的示例

B.4.1 概述

在本用例中,MM1 及其模型用 XML 格式进行描述,MM2 及其模型用 JSON 进行描述。本用例的文件将在 <https://github.com/21823-4/usecases/>上公开提供。

B.4.2 图解示例文件及其关系

- 图 B.4 显示了 MM1、模型 1 及其实例、MM2 和模型 2 及其实例之间的关系。
- MM1 是联网汽车探测数据的元模型。
  - 模型 1 是 MM1 的一个实例。它能用 MM1 中指定的“纬度”“经度”和“海拔”来定义位置感知数据。图 B.4 左侧列出了模型 1 及其实例的 XML 格式摘录文件。XML 标记,如<latitude>、<degree>和<confidence>来自其元模型。
  - MM2 是 FIWARE 数据模型中车辆和相关定义的元模型。
  - 模型 2 是 MM2 的一个实例。它能用 geo:json 格式定义其位置,该格式需要根据 MM2 规范描述为“经度”“纬度”和“海拔”。图 B.4 右侧列出了模型 2 及其实例的 JSON 格式摘录文件。JSON 文件的“键”(例如“位置”)及其值格式应与其元模型相对应。
  - 摘录的 MM1 和 MM2 之间的信息交换规则是用 ATL(Atlas 转换语言[17])定义的。信息交换规则可定义为双向规则。
  - 通过规则解释器,模型 1 及其数据可以转换为模型 2 及其对应的数据,反之亦然。
- 总之,汽车的探测数据能与 TMS 的车辆相关数据进行交换。



附录 C  
(资料性)  
其他元模型定义

ISO/IEC/IEEE 24765:2017[13]中列出的几个元模型定义如表 C.1 所示。

表 C.1 各种资源中元模型的定义

	定义	资源
1	规定一个或多个其他模型的模型	ISO/IEC 11179-3:2013
2	指定在另一个(或相同)模型表示法中使用的建模元素的逻辑信息模型	IEEE 1175.1-2002 (R2007)
3	IDEF 对象子集的元模型 $V_m$ 是子集中结构体的视图,它使用这些结构体表示,这样就存在 $V_m$ 的有效实例,它是 $V_m$ 本身的描述。	IEEE 1320.2-1998 (R2004)
4	包含元实体、元关系和元属性的详细定义的模型,其实例出现在 CDIF 传输的模型部分	ISO/IEC 15474-1:2002
5	用于定义方法的概念、关系和规则的规范	ISO/IEC 24744:2014
6	定义某些模型表示法的概念及其关系的模型	ISO/IEC 15909-2:2011
7	一种特殊的模型,它指定了建模语言的抽象语法	ISO/IEC 19506:2012



## 参 考 文 献

- [1] ISO 13584-32 Industrial automation systems and integration—Parts library—Part 32: Implementation resources; OntoML; Product ontology markup language
- [2] ISO 14817-1:2015 Intelligent transport systems—ITS central data dictionaries—Part 1: Requirements for ITS data definitions
- [3] ISO 16484-5:2017 Building automation and control systems (BACS)—Part 5: Data communication protocol
- [4] ISO 19103:2015 Geographic information—Conceptual schema language
- [5] ISO 19109:2015 Geographic information—Rules for application schema
- [6] ISO/IEC 19502:2005 Information technology—Meta Object Facility(MOF)
- [7] ISO/IEC 19506:2012 Information technology—Object Management Group Architecture-Driven Modernization (ADM)—Knowledge Discovery Meta-Model (KDM)
- [8] ISO/IEC 19941:2017 Information technology—Cloud computing—Interoperability and Portability
- [9] ISO/IEC 21823-1 Internet of Things (IoT)—Interoperability for IoT systems—Part 1: Framework
- [10] ISO/IEC 21823-2 Internet of Things (IoT)—Interoperability for IoT systems—Part 2: Transport interoperability
- [11] ISO/IEC 21823-3 Internet of Things(IoT)—Interoperability for IoT systems—Part 3: Semantic interoperability
- [12] ISO 22837:2009 Vehicle probe data for wide area communications
- [13] ISO/IEC/IEEE 24765:2017 Systems and software engineering—Vocabulary
- [14] ISO/IEC 25012:2008 Software engineering—Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)—Data quality model
- [15] ISO/IEC 30141:2018 Internet of Things(loT)—Reference Architecture
- [16] IEC 61360-1:2017 Standard data element types with associated classification scheme—Part 1: Definitions—Principles and methods
- [17] ATL: Atlas Transformation Language—Specification of the ATL Virtual Machine, [http://www.eclipse.org/atl/documentation/old/ATL\\_VMSpecification \[v00.01\].pdf](http://www.eclipse.org/atl/documentation/old/ATL_VMSpecification[v00.01].pdf) (accessed 2020-07-09)
- [18] FIWARE data model: <https://github.com/FIWARE/data-models/blob/master/specs/guidelines.md>(accessed 2020-07-09)
- [19] FIWARE vehicle model: <https://FIWARE-datamodels.readthedocs.io/en/latest/Transportation/Vehicle/VehicleModel/doc/spec/index.html>(accessed 2020-07-09)
- [20] Meta Object Facility (MOF) 2.0 Query/View/Transformation (QVT) Specification Version 1.3, <https://www.omg.org/spec/QVT/1.3/PDF>, (accessed 2021-10-04)
- [21] Object Constraint Language Version 2.4, <https://www.omg.org/spec/OCL/2.4/PDF> (accessed 2021-10-04)
- [22] OMG® Unified Modeling Language® (OMG UML®), Version 2.5.1
- [23] Berger S., Grossmann G., Stumptner M. and Schrefl M. (2010) Metamodel—Based Information Integration at Industrial Scale. In: Petriu D.C., Rouquette N., Haugen Ø. (eds) Model Driven

Engineering Languages and Systems. MODELS 2010, Lecture Notes in Computer Science, vol. 6395. Springer, Berlin, Heidelberg

[24] Haas L.M., Hentschel M., Kossmann D. and Miller R.J. (2009) Schema AND Data: A Holistic Approach to Mapping, Resolution and Fusion in Information Integration. In: Laender A. H.F., Castano S., Dayal U., Casati F., de Oliveira J. P. M. (eds), Lecture Notes in Computer Science, vol. 5829. Springer, Berlin, Heidelberg

[25] Ahmed A., Kleiner M. and Roucoules L. Model-based Interoperability IoT Hub for the Supervision of Smart Gas Distribution Networks. IEEE Systems Journal, IEEE, 2019, 13(2), pp.1526-1533. hal-02267637

[26] Anjorin A., Leblebici E. and Schurr A. (2016). 20 Years of Triple Graph Grammars: A Roadmap for Future Research. 10.14279/tuj.eceasst.73.1031

[27] Anjorin A., Buchmann T., Westfechtel B., Diskin Z., Ko H-S., Eramo R., Hinkel G., Samimi L. and Zundorf A. (2019)., Benchmarking bidirectional transformations: theory, implementation, application, and assessment. Software and Systems Modeling 19, 647-691. 10.1007/s10270-019-00752-x

[28] Lewis D. (1983). "Extrinsic Properties". Philosophical Studies 44, 197-200. doi:10.1007/bf00354100. ISSN 0031-8116

[29] Marshall D. and Weatherson B., "Intrinsic vs. Extrinsic Properties", The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2018 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/spr2018/entries/intrinsic-extrinsic/>

[30] Tirado-Andres F., Rozas, A. and Araujo, A. (2019). A Methodology for Choosing Time Synchronization Strategies for Wireless IoT Networks. Sensors 19, 3476. 10.3390/s19163476

[31] Hodgson R., Mekonnen D., Price D., Hodges J., Masters J.E., Cox S.J.D. and Ray S. Quantities, Units, Dimensions and Types (QUDT) Schema—Version 2.0. Technical report, qudt.org, Jan. 2017

[32] ISO 29404:2015 Ships and marine technology—Offshore wind energy—Supply chain information flow

[33] ISO/TR 20183:2015 Sports and other recreational facilities and equipment—Injury and safety definitions and thresholds—Guidelines for their inclusion in standards

[34] ISO/IEC 20944-1:2013 Information technology—Metadata Registries Interoperability and Bindings (MDR-IB)—Part 1: Framework, common vocabulary, and common provisions for conformance

[35] ISO/TS 27790:2009 Health informatics—Document registry framework

[36] ISO 3534-2:2006 Statistics—Vocabulary and symbols—Part 2: Applied statistics

[37] IEC 61360-4:2005 Standard data element types with associated classification scheme for electric components—Part 4: IEC reference collection of standard data element types and component classes

[38] ISO 16609: 2012 Financial services—Requirements for message authentication using symmetric techniques

[39] ISO 14708-5: 2020 Implants for surgery—Active implantable medical devices—Part 5: Circulatory support devices

[40] ISO 17532:2007 Stationary equipment for agriculture—Data communications network for livestock farming

- [41] ISO 10432:2004 Petroleum and natural gas industries—Downhole equipment—Subsurface safety valve equipment
  - [42] IEC 60050-421:1990 International Electrotechnical Vocabulary Chapter 421: Power Transformers and Reactors
  - [43] ISO 6426-2:2002 Horological vocabulary—Part 2: Technical and commercial definitions
  - [44] ISO 26782:2009 Anaesthetic and respiratory equipment—Spirometers intended for the measurement of time forced expired volumes in humans
  - [45] ISO/IEEE 11073-10201:2020 Health informatics—Device interoperability—Part 10201: Point-of-care medical device communication—Domain information model
  - [46] ISO 10303-11:2004 Industrial automation systems and integration—Product data representation and exchange—Part 11: Description methods: The EXPRESS language reference manual
  - [47] ISO/IEC 11179-3:2013 Information technology —Metadata registries(MDR)—Part 3: Registry metamodel and basic attributes,3.2.80
  - [48] IEEE 1175.1-2002 (R2007) IEEE Guide for CASE Tool Interconnections-Classification and Description,3.8
  - [49] IEEE 1320.2-1998 (R2004) IEEE Standard for Conceptual Modelling Language Syntax and Semantics for IDEF1X97 (IDEFobject), 3.1.111
  - [50] ISO/IEC 15474-1:2002 Information technology—CDIF framework—Part 1: Overview, 4.2
  - [51] [ISO/IEC 24744:2014 Software Engineering—Metamodel for development methodologies, 3.3
  - [52] ISO/IEC 15909-2:2011 System and software engineering-High-level Petri nets—Part 2: Transfer format, 4.1.6
  - [53] ISO/IEC 19506:2012 Information technology—Object Management Group Architecture—Driven Modernization (ADM)—Knowledge Discovery Meta-Model(KDM)
-









中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准

物联网 系统互操作性

第 4 部分：语法互操作性

GB/T 41782.4—2024/ISO/IEC 21823-4:2022

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)  
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.net.cn

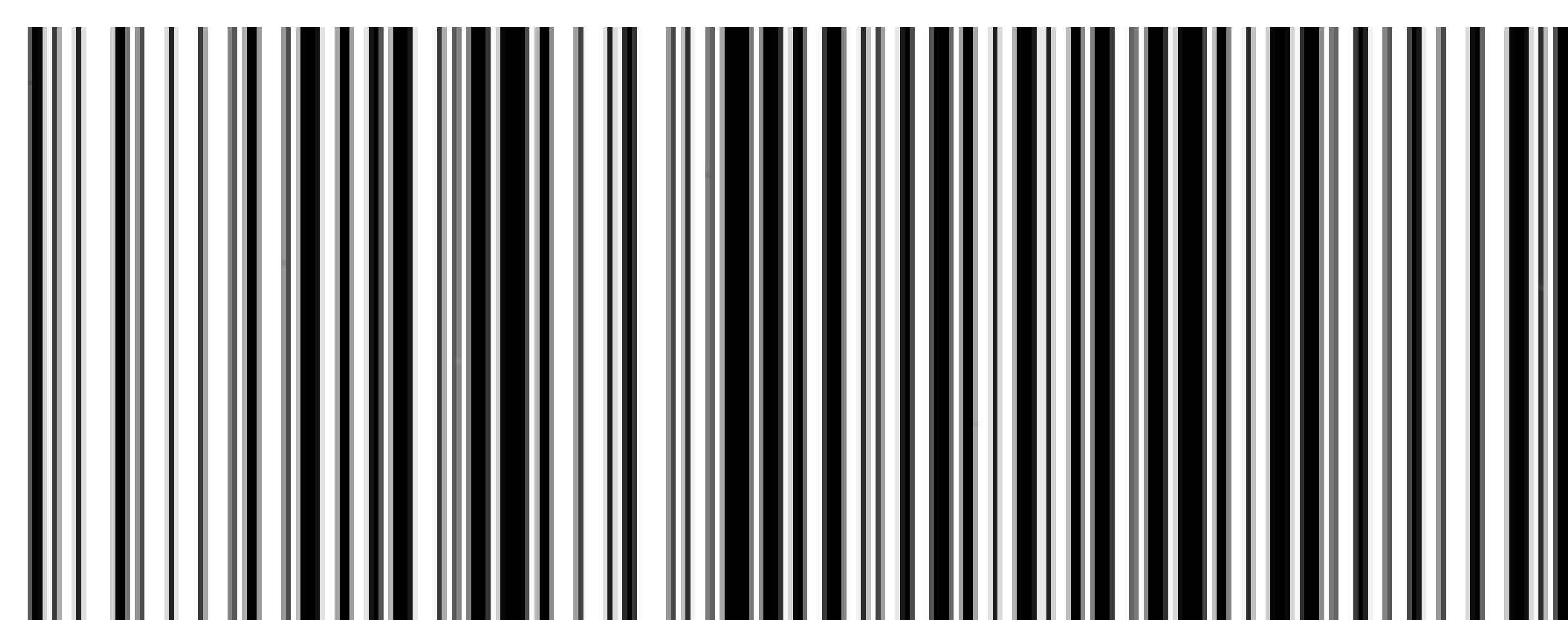
服务热线:400-168-0010

2024 年 7 月第一版

\*

书号:155066·1-77184

版权专有 侵权必究



GB/T 41782.4-2024