

基于 SensorML 的遥感卫星传感器建模方法

陈家赢¹ 陈能成¹ 王 伟^{1,2} 胡楚丽¹

(1 武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室,武汉市珞喻路 129 号,430079)
(2 武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室深圳研发中心,深圳市虚拟大学园,518057)

摘 要:比较了传感器的相关信息模型,分析了传感器建模语言(SensorML)规范,提出了基于 SensorML 的遥感卫星传感器建模方法,包括平台参数分析、字典定义、系统建模、处理建模、模型验证和模型修正。基于.NET 框架和 SensorML 1.0.0 规范,设计和实现了遥感卫星传感器建模工具 SensorModel。以 SPOT-5 卫星传感器为例,验证了该方法的可行性。

关键词:传感器;传感网;传感器建模语言;处理模型;建模

中图法分类号:P237.3

传感器在环境安全、智能交通、灾害监测和国防安全方面起着重要的作用,在这些分布式应用中,传感器的信息共享是非常关键的^[1]。目前,大多数传感器应用系统建立在特定传感器和传感器网络上,并依赖于设备、传输协议和硬件环境,跨领域的传感器难以被发现、访问以及处理。

国内外已有较多的传感器建模标准。IEEE 1451 定义了一套开放的和网络中立的接口来连接传感器和激发器,实现网络和处理人员的交流;ECHONET 标准指定了一个开放的系统接口,它能使各式各样的装置和各个卖方的传感器一体化,支持能量消耗的监测和管理,允许有网络下的应用和服务可以进入和控制家庭装置^[2]。

传感器建模语言(sensor model language, SensorML)是 OGC 传感网实现(sensor web enablement, SWE)框架的信息模型,能够提供传感器访问、观测定位、数据处理所需的信息^[3]。在 SensorML 中,传感器物理平台或逻辑算法均可被描述成处理或处理链,可以在公共工作流引擎执行^[4]。

SensorML 标准侧重的是功能模型,而不是硬件描述模型。该方式提供了一种基于参数描述的和平台无关的严格模型,同时作为一种数学模型,能够建立平台和处理目标之间的映射关系^[5]。

目前,传感器建模语言规范、传感器观测服务实现和传感器观测注册相对较为成熟^[6]。本文提出了一种基于 SensorML 的遥感卫星传感器建模方法。

1 基于 SensorML 的遥感卫星传感器建模方法

1.1 基本思想

SensorML 数据类型包括简单数据类型、复合数据类型、位置数据、时间聚合、数据编码、现象和观测属性。此外,还提供了元数据组类型描述传感器的元数据。SensorML 对象都具有元数据组信息,元数据组为传感器索引、查找、定位和资源重构提供了基础信息。

处理和处理链是 SensorML 的核心模型。处理模型包含物理处理和非物理处理两种类型。物理处理通常指硬件部分,如变换器、制动器、处理器、传感器和平台^[7];非物理处理(逻辑处理)是一系列数学操作,这两种类型均包含输入、输出和参数。输入一般为自然现象或者数据,输出是具有物理意义的数据,参数是对输入的补充,会影响输出结果。相比非物理处理,物理处理需要空间和时间参考信息。多个处理可以构成处理链,处理

链本身也作为一种处理嵌套到其他处理链中。

除了 O&M 可以作为 SensorML 处理的输入和输出编码方式, SensorML 还提供了其他编码方式的扩展, 这可以保证模型与编码的相对独立性。这种相对独立的建模方法高于传感器物理实现、传感器网络和传感器数据模型。基于上述思想, 本文采用 SensorML 信息模型和 O&M 编码规范作为遥感卫星传感器的通用建模框架。

1.2 建模考虑

1) 基于元数据标准。SensorML 模型是一种通用框架, 并没有定义具体的建模内容, 需要采用特定的元数据标准才能使建立的模型具有通用性和可扩展性。

2) 面向处理的建模。处理模型作为 SensorML 的核心模型, 能够降低与具体实现的耦合性。需要针对输入、输出、参数、方法和元数据, 分别建立符合 SensorML 规范的 XML 文档片段, 才能有效提高建模效率, 方便传感器的信息共享。

3) 可重用的处理流程。处理链模型是一种流程描述方式, 描述了处理之间的相互关系, 可用于组合传感器资源。处理流程对处理、处理链、输入、参数、输出进行自定义组合, 可以提高传感器模型资源的利用率。

1.3 建模方法

将一个或者多个处理模型封装成 SensorML 标准文档, 作为一个 SensorML 传感器模型实例。相对于非物理处理模型, 物理处理模型需要在元数据信息中对传感器的硬件和时空参考及位置进行建模。如图 1 所示, 传感器处理建模包括传感器平台分析、字典定义、系统建模、处理建模、处理链组合、模型验证、模型修正等。

1) 收集传感器观测的相关特征、地理位置特征、描述信息和相关文档资料。

2) 定义涉及到的现象、量测单位、坐标参照系和关键字等字典。许多组织机构都定义了自己的一套字典, 如 OGC、NASA 等, 本文使用 XLink 引用这些在线字典或本体中定义的词汇。这些信息主要采用 SensorML 的元数据组模型记录。

3) 在收集了传感器的相关信息后, 对传感器平台进行建模。目前的传感器信息尤其是对地观测传感器 CCD 的测量性能指标较多, 包括误差、相机焦距和相幅等^[8]。

4) 对传感器涉及到的处理过程进行建模编码。

5) 将传感器处理模型组合成处理链模型。处理链建模是构造处理、输入、输出、参数之间的

连接关系。

6) 验证模型的语法结构和逻辑结构, 形成合理的传感器处理模型。

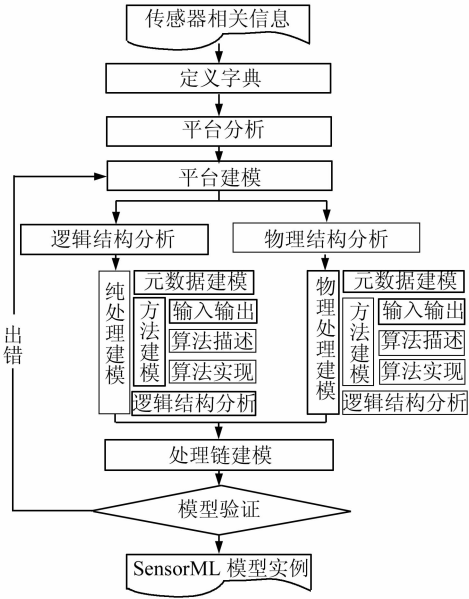


图 1 SensorML 建模流程

Fig. 1 SensorML Based Modeling Processes

2 系统设计与实现

2.1 系统设计

本文设计的传感器建模工具——Sensor-Model 的主要部件包括信息模型操作、模型实例可视化编辑、模型验证和传感器资源组合四大部分。

信息模型操作部件负责 SensorML 文档的表达、存储和解析。其他三个部件通过信息模型操作部件直接读写 SensorML 模式和实例文件, SensorML 模式和实例操作基于 DOM(document object model)实现。

模型实例可视化编辑部件提供模型新建、修改和删除三种功能。模型新建可以以特定传感器模版为基础, 基于向导的可视化建模。如对于遥感卫星传感器建模, 用户可以基于工具提供的 ISO 19130 模板, 输入传感器的名称、成像方式、分辨率、成像周期、轨道信息等完成传感器平台的建模。

模型验证部件包含 XML 模式验证和处理链的拓扑验证两大功能。XML 模式验证包含语法和格式验证。

传感器资源组合部件提供了处理链可视化建模功能, 可以通过已有的传感器、处理和处理链模型片段, 根据特定的输入输出关系组成新的处理

链模型。

2.2 系统实现

SensorModel 工具采用 C# 语言、. NET Framework 3.5 控件、DOM 类库和 WWF(windows workflow foundation)设计器实现。主界面如图 2 所示,包含四大部分:菜单栏提供了新建传感器模型的操作界面,左边分类树为传感器的分类信息,中间窗口显示了当前传感器模型的基本信息,右边属性列表框显示了当前传感器模型的详细信息。

SensorML 模型为框架性的模型,没有规定传感器的具体信息内容及对应字典,具体信息内容采用专业传感器标准信息内容。遥感传感器采

用 ISO 19130 定义的基本元数据模型建立遥感传感器元数据模版。

图 3 为根据 ISO 19130 标准建立的遥感卫星传感器的元数据模版,包含关键字、分类、标识、有效时间等元数据,即在 SensorML 模式中对专业传感器模型标准的信息内容进行支持,提供了一种不同专业传感器标准模型进行标准化发布和共享的方式。

处理链模型则主要是对处理模型的链接关系进行组织,即对传感器处理的模型片段进行组织。本文采用 WWF 实现了基于拖拽的可视化方式并进行处理链建模。如图 4 所示,中间部分为处理链模型,右边为当前处理的属性信息。



图 2 SensorModel 主界面
Fig.2 Main Interface of SensorModel

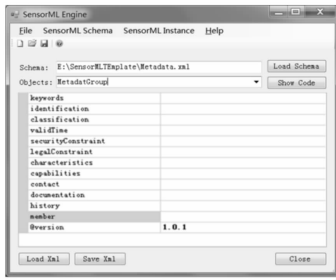


图 3 遥感卫星传感器元数据模版界面
Fig.3 Interface of Remote Satellite Metadata Template

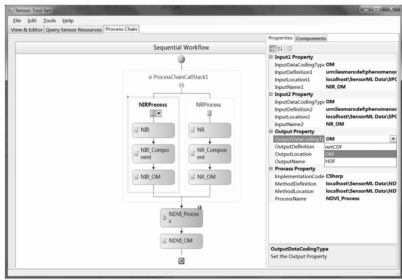


图 4 处理链建模主界面
Fig.4 Interface of the Process Chain Modeling

3 SPOT-5 卫星实例

SPOT-5 卫星平台包含高分辨率几何(HRG)、植被探测器(VEGETATION)和高分辨率立体成像(HRS)三种成像装置^[9]。卫星平台建模采用 § 1.3 所述的建模方法,首先对每个传感器的输入、输出、参数和方法进行建模;其次对传感器元数据、空间参考和时间参考建模;最后组合为 SPOT-5 卫星模型。

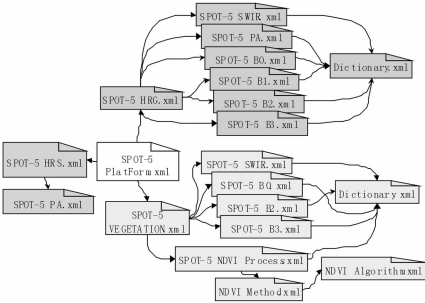


图 5 SPOT-5 模型实例文档

Fig.5 Instance Files of SPOT-5 Model

装置以及每种传感器装置内部的传感器组成关系。采用 XML 文档片段形式分别对 SPOT-5 的每个部件建模,每个文档片段对应一个物理部件模型。SPOT-5 PlatForm.xml 是传感器卫星平台的模型片段,其中的 SPOT-5 HRG.xml 是高分辨率几何成像传感器装置的模型片段,其中包含了 SPOT-5 SWIR.xml、SPOT-5 PA.xml、SPOT-5 B0.xml、SPOT-5 B1.xml、SPOT-5 B2.xml和 SPOT-5 B3.xml 等六个传感器,每个片段模型记录了元数据和相关物理部件的描述。同样,植被探测器 and 高分辨率几何成像装置采用相同的方式建立相对应的传感器模型片段。每个模型片段都有相对应的元数据组记录基本信息,用于资源的发现和资源重组。

传感器平台携带的传感器装置组织按如图 6 所示的方式进行,显示了 SPOT-5 卫星平台和携带的 3 个传感器装置之间的联系模型。卫星平台

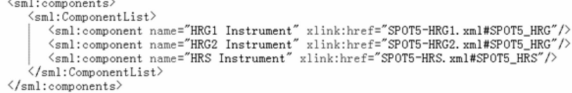


图 6 SPOT-5 平台传感器装置

Fig.6 Observation Instruments of SPOT-5 Platform

图 5 显示了 SPOT-5 卫星承载的 3 种传感器

承载的物理装置采用 XLink:href 属性来定位外部的传感器模型片段。

参 考 文 献

[1] Sheth A, Henson C, Sahoo S S. Semantic Sensor Web[J]. IEEE Internet Computing, 2008, 12(4): 78-83

[2] Chen C, Helal S. Sifting Through the Jungle of Sensor Standards[J]. IEEE Pervasive Computing, 2008, 7(4): 84-88

[3] Botts M, Percivall G, Reed C, et al. OGC Sensor Web Enablement: Overview and High Level Architecture[C]. The 2nd International GeoSensor Networks Conference, Boston, MA, 2006

[4] Botts M, Robin A. OpenGIS Sensor Model Language (SensorML) Implementation Specification [R]. Open Geospatial Consortium Inc Tech Rep OGC 07-000, 2007

[5] Chen N, Di L, Yu G, et al. Use of ebRIM-based CSW with Sensor Observation Services for Registry and Discovery of Remote-sensing Observations[J].

Computers and Geosciences, 2009, 35(2): 360-372

[6] Bridges D, Mostashfi S. Dynamic Orchestration of the Sensor Web (DOSW) [C]. 2008 International Symposium on Collaborative Technologies and Systems, Piscataway, NJ, 2008

[7] Chen N, Di L, Yu G, et al. A Flexible Geospatial Sensor Observation Service for Diverse Sensor Data Based on Web Service[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2009, 64(2): 234-242

[8] 王任享. 论不同航天摄影测量传感器的摄影测量性能 [J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2001, 26(2): 95-100

[9] 李德仁. 缺少控制点的 SPOT-5 HRS 影像 RPC 模型区域网平差[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2006, 31(5): 377-381

第一作者简介:陈家赢,博士生,主要从事传感网、空间信息服务及地理信息系统应用方面的研究。
E-mail:chen.jiaying@hotmail.com

A Remotey Sensing Satellite Sensor Modeling Approach Based on SensorML

CHEN Jiaying¹ CHEN Nengcheng¹ WANG Wei^{1, 2} HU Chuli¹

(1 State Key Laboratory of Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing, Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan 430079, China)

(2 Shenzhen R&D Center, State Key Laboratory of Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing, Wuhan University, Shenzhen Virtual University Park, Shenzhen 518057, China)

Abstract: Through comparising the advantages and disadvantages of sensor-related modeling standards: IEEE 1451, ECHONET and SensorML, a general remote-sensing satellite sensor modeling approach based on SensorML and ISO 19130 is proposed. The procedures of the proposed approach include sensor parameters analysis, dictionary definition, system modeling, process modeling, process chain modeling, model validation and model rectification. The modeling tool, namely SensorModel, is designed and implemented using. NET framework based on the proposed approach. The SPOT-5 satellite platform modeling was used to test the feasibilities of the proposed approach.

Key words: sensor; sensor web; sensor modeling language; process model; modeling

About the first author: CHEN Jiaying, Ph.D candidate, majors in sensor web, geographic information services and application in GIS.
E-mail: chen.jiaying@hotmail.com