

# 传感器观测服务中异构感知数据的接入与管理\*

谢贤鹤 刘学锋

(上海大学通信与信息工程学院 上海 200444)

**摘要:** 传感器观测服务(SOS)是传感器网络整合框架(SWE)的核心服务之一,用于管理多源传感器观测数据,并向终端用户提供数据服务。开放地理信息联盟(OGC)制定了向 SOS 插入观测数据和从 SOS 获取观测数据的规范,但 SOS 不具备自适应处理不同接入方式、不同数据传输协议的异构传感器的能力。当通过 SOS 管理多源传感器观测数据时,必须接入传感器、解析来自该传感器的观测数据,并将其转换为满足 SOS 规范的数据格式。设计了一种异构传感器观测数据接入 SOS 的技术方案,从传感器注册、接入网选型、数据接收与解析、插入文档生成与数据插入等方面论述了方案的实现过程。以穿戴式心率监测传感器监测数据接入为例实现了心率监测传感器监测数据在 SOS 中的管理,表明该技术方案具有可行性,为异构传感器接入 SOS 奠定了基础。

**关键词:** 传感器观测服务;异构传感器;接入;传输协议;心率监测传感器

**中图分类号:** TP393 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.60

## Heterogeneous sensor data access and management in Sensor Observation Service

Xie Xiange Liu Xuefeng

(School of Communication and Information Engineering, Shanghai University, Shanghai 200444, China)

**Abstract:** Sensor observation service (SOS) is one of the core services of the sensor web enablement (SWE), which is used to manage the data of multi source sensor observation, and to provide data services to end users. Open geospatial consortium (OGC) developed a standard for inserting observation data into SOS and obtaining data from SOS, but could not handle the heterogeneous sensors using different access mode and different data transmission protocol adaptively. When manage the data of multi-source sensor by SOS, system must resolve the observation data from sensor, and convert it to the data format under SOS specification. In this paper, we design a new technology scheme of data access to SOS for heterogeneous sensor, discussed the implementation process of the scheme from the aspects of sensor registration, access network selection, data receiving and parsing, insert document generation and data insertion. Take wearable heart rate monitoring sensor as an example, we realized the SOS management of heart rate monitoring sensor monitoring data. The result shows that the scheme is feasible, and it provides a basis for the access to SOS of heterogeneous sensors.

**Keywords:** sensor observation service (SOS); heterogeneous sensor; data access; transmission protocol; heart rate monitoring sensor

## 1 引言

随着物联网技术的迅速发展及普及,传感器越来越多地融入到人们的日常生活中。目前,各领域内部构建的由多个同类型传感器组成的 Sensor Network 由于其软硬件方面的差异,并不能很好地融合到一起实现数据共享,因此形成了一个“信息孤岛”<sup>[1]</sup>。对此,开放地理信息联盟

(open geospatial consortium, OGC)于2005年提出了传感器网络整合框架(sensor web enablement, SWE),得到了业界的认可,并已经成为事实上的工业标准<sup>[2]</sup>。传感器观测服务(sensor observation service, SOS)是 SWE 的核心服务之一,用于管理多源传感器观测数据,并向终端用户提供数据服务。SOS 制定了向 SOS 插入观测数据和从 SOS 获取观测数据的规范,该规范规定,所有与 SOS 的数据交换

收稿日期:2015-12

\* 基金项目:国家自然科学基金(61271061)资助项目

均采用规范中制定的标准的 XML 格式。但由于不同的传感器支持不同的接入方式,采用不同的数据传输协议,当通过 SOS 管理多源传感器观测数据时,必须考虑传感器的接入方式、数据的解析与格式的转换等问题。鉴于此,IEEE1451.2 标准<sup>[3]</sup>规定了一个连接传感器到微处理器的数字接口,描述了电子数据表格 TEDS (transducer electronic datasheet) 及其数据格式,提供了一个连接 STIM 和 NCAP 的 10 线的标准接口 TII,使得制造商可以把 1 个传感器应用到多重网络中,令传感器具有“即插即用(plug-and-play)”的兼容性。蔡永娟等人<sup>[4]</sup>提出通过 TEDS 译码/汲取元件和 SensorML 引擎创建映射规则来实现 TEDS 到 SensorML 的协议转换的方法,用以实现底层与上层服务的有效整合,解决了嵌入式 TEDS 对硬件存储空间的占用。李秀等人<sup>[5]</sup>基于 IEEE1451 规范提出了 USDI (universal sensor descriptor for integration) 模型并基于 USDI 构建了一个“虚拟仪器层”,沟通传感器层和服务层,实现传感器的自动适配与数据动态处理。Broering 等人<sup>[6]</sup>扩展了 SWE 的 SensorML,提出了 Sensor BUS,增加了对传感器协议模型的支持,用 SensorBUS 来沟通服务层和传感器层,进一步实现传感器层和服务层的快速适配。Liu 等人<sup>[7]</sup>扩展实现了 SensorBUS,重构了 SensorBUS 的 Sensor Adapter,实现了使用不同协议的传感器将数据实时接入 SOS。王智莉等人<sup>[8]</sup>设计了异构传感器信息模型 (HSIM),提出一种异构感知数据动态适配接入方法,通过动态生成适配器实现异构感知数据的自动解析和接入 SWE 的过程。以上研究为在 SOS 中集中管理来自异构传感器的观测数据奠定了基础。本文在前人研究基础上,设计了一种异构传感器及其观测数据接入 SOS 的技术方案,并以心率监测传感器接入 SOS 为例,实现了通过蓝牙和智能手机内置 GPRS 将穿戴式心率传感器及其监测数据接入到 SOS 中。

## 2 方案设计

异构传感器能否成功与服务器通信主要与传感器本身的通信接口及环境所能提供的通信条件有关,服务器将异构传感器的观测数据接入到 SOS 的关键在于能否将异构传感器的协议转为 SOS 能识别的协议。鉴于此,本文设计了一个基于网络的接入方案用于将异构传感器的观测数据接入到 SOS,方案流程如图 1 所示。

其流程为:1)对物理/虚拟传感器进行建模并注册到 SOS 中,SOS 将注册信息存储在注册的传感器列表中;2)传感器通过自身的数据发送模块接入到网络中,传感器的观测数据通过网络发送到服务器的数据接收模块;3)数据解析模块将不同协议下的传感器观测数据转化为 SOS 能识别的统一协议;4)合法性判定模块从 SOS 中获取已注册的传感器列表,根据传感器的发送信息判断该传感器是否注册。若没注册,则停止数据插入操作,结束流程,若已注

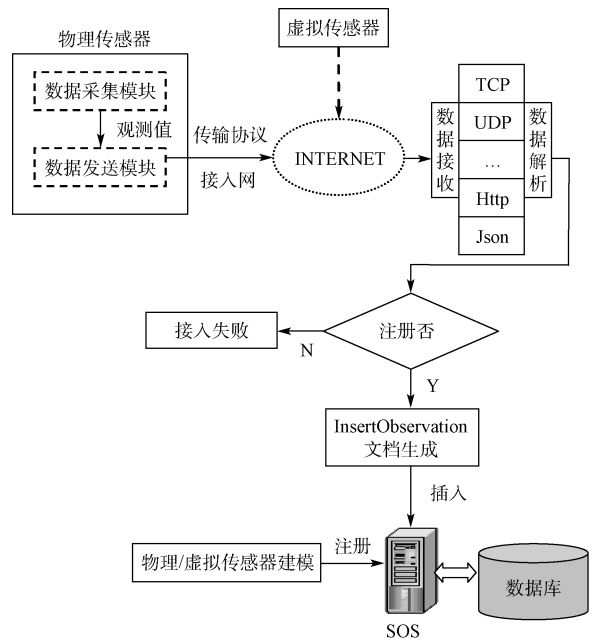


图 1 SOS 中异构传感器观测数据接入方案

册,则生成 SOS 的核心操作 InsertObservation,发送给 SOS;5)SOS 将数据保存在数据库中,完成传感器的数据插入。

### 2.1 传感器注册

传感器建模与注册是 Sensor Web 中集中管理和共享传感器信息的基础,传感器在完成传感器注册操作后才能往 SOS 接入观测数据。OGC 的 SensorML (sensor model language) 标准为传感器模型建立了信息标准。SOS 的 RegisterSensor 操作将遵循 SensorML 标准的传感器建模文档 (XML 格式) 发送到 SOS 中完成传感器的注册。本文遵循 SensorML 标准,设计了 1 个表单式传感器快速注册用户界面 (图 2),用户只需填写 3 个表单,依次点击表单生成→表单提交→模型生成→注册按钮就可以在后台生成 1 个遵循 SensorML 标准的传感器建模文档,并将该文档发送到 SOS,完成该传感器的注册。

### 2.2 接入网选型

一个传感器的观测数据要接入到 SOS 中,首先需要将该传感器接入到 Internet,选择什么样的接入方式,一方面取决于该传感器本身支持的通信方式;另一方面也取决于环境条件,如即使内置 GPRS 模块的传感器在没有 GPRS 信号覆盖的区域也无法以 GPRS 模式接入到 Internet。当前,很多传感器自带 IP,配有网络适配器,这种传感器在具备有线网接入条件的地区可以直接用网线通过该接口接入 Internet。当无法通过有线方式接入时,只能选择无线方式接入。目前较为主流的无线通信技术有 IrDA<sup>[9]</sup>, UWB<sup>[10]</sup>, NFC、ZigBee, RFID<sup>[11]</sup>, GPRS、Wi-Fi<sup>[12]</sup>, Bluetooth<sup>[13]</sup>等。GPRS 覆盖范围最广,室内室外均可接

新建原位传感器模型

202.121.197.111:84/Register/WebContent/Modeling/NewMove.html

快速注册 注:带\*项为必填项

移动传感器建模

**(1) 标识信息:**

\*标识号: 组织标识 类型标识 传感器类型 传感器ID  
Shu Move HeartRate S-1  
生成ID: Um Shu Move HeartRate: S-1

\*传感器全称: 上大移动心率监测传感器S-1号

\*传感器简称: 心率1号

\*传感器类型: 移动传感器

\*观测属性: 心率

传感器描述: 用于测试心率监测传感器的接入

**(2) 特征能力信息:**

观测能力

\*观测范围: 0 至 200 单位: 次/分

\*测量精度: 1 单位: 次/分

\*测量时间间隔: 5 单位: s

传感器位置

\*经度: 31.3168071 (deg)

\*纬度: 121.39932 (deg)

\*高度: 10 (m)

传感器输出信息 [添加] [删除]

输出属性1: HeartRate 单位: 次/分

生成 放弃 查看当前建模文档

**(3) 联系信息:**

\*管理者姓名: Echo

\*单位: 上海大学

\*电话: 15201933\*\*\*

通信地址: XXXXXX

城市: 上海

国家: 中国

邮编: 200XXX

电子邮箱: [ ]

图 2 表单式传感器快速建模页面

入,具备长距离传输的能力,是将传感器以无线方式接入 Internet 的最佳选择,但相对较贵的通信费用也是接入网选型需要考虑的一个因素。其他几种无线接入方式覆盖范围小,均只能短距离传输,但通信费用低廉或不需要额外的通信费用是其优势。Bluetooth、Wi-Fi、ZigBee 是公众较为熟悉的 3 种短距离无线接入方式,Bluetooth、ZigBee 不能独立接入 Internet,只能先将其接入其覆盖范围内且支持这 2 种无线接入方式的设备,借助该设备将传感器观测数据发送到 Internet;Wi-Fi 对有限用户均可免费使用,因此,在 Wi-Fi 覆盖范围内的有限用户选择将传感器通过 Wi-Fi 接入 Internet 是一种较理想的选择。总之,在环境条件支持所有接入方式的情况下, Sensor Web 组网中接入网选型可根据传感器本身配置的通信接口依次选择以下接入方式:优先选择有线方式接入,其次是 Wi-Fi 方式接入,最后是 GPRS 方式接入。如果一个传感器只支持 Bluetooth、ZigBee,可考虑 Bluetooth (ZigBee) + 有线, Bluetooth(ZigBee) + GPRS,或 Bluetooth(ZigBee) + Wi-Fi 的接入方式,前提是在 Bluetooth(ZigBee)覆盖范围内有一台同时支持 Bluetooth(ZigBee)和有线接入(Wi-Fi,GPRS)的设备。

对于虚拟传感器,由于虚拟传感器的本质是将来自互联网的某种数据视作来自某一传感器的观测数据,赋予其一个虚拟传感器 ID,因此,虚拟传感器数据本身存在于 Internet 上,虚拟传感器不存在传感器的接入问题,可以通过网络直接进行数据接入。

### 2.3 数据接收与解析

异构传感器所采用的数据传输协议具有多样性,将不同协议下的数据转为 SOS 内部的协议,才能让 SOS 识别传

输内容,此工作将由部署于服务器内的解析器完成。解析器模型如图 3 所示。

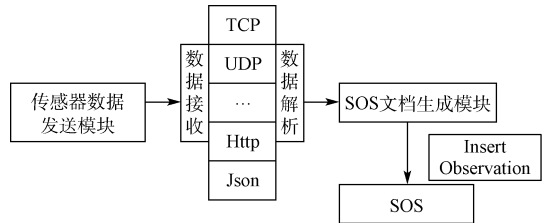


图 3 解析器模型

对数据发送模块的所使用的不同传输协议,解析器都有与之匹配的解析模块。当数据发送模块将数据发送给数据接收模块后,数据解析模块对数据所使用的传输协议进行探测并自适应地调用该协议匹配的解析模块对此数据进行解析,提取出传输数据内的关键信息,SOS 文档生成模块根据这些关键信息生成符合 SOS 数据插入规范(Insert Observation)的输入插入文档。例如:数据解析模块探测到某观测数据使用 TCP 协议方式传输了一个传输数据单元到数据接收模块,则自适应调用 TCP 协议的解析模块对此观测数据进行解析,提取出数据单元里的关键信息发送给 SOS 文档生成模块,文档生成模块依据接收到的关键信息生成 Insert Observation 操作文档,并发送给 SOS。SOS 解析并执行该操作文档,完成传感器观测数据的插入。此解析器具有一定可扩展性,当一个使用新传输协议的传感器需要将观测数据接入 SOS 中时,需先在解析器中新增该协议匹配的协议模块,之后此传感器将数据发送到数据接收模块后,数据解析模块将会自适应地调用此解析模块进行数据解析。

### 2.4 插入(Insert Observation)文档生成与数据插入

Insert Observation 操作是 SOS 的核心操作之一,将传感器的观测数据接入 SOS 必须使用此操作,Insert Observation 操作从一个遵循 SensorML 标准的传感器建模文档(XML 格式)(本文称插入文档)中解析出传感器名称(ID)和观测值等信息,并将这些信息传递给 SOS,实现传感器数据接入到 SOS。因此,将 2.3 节解析出的观测数据转换为一个标准的插入文档是在 SOS 中实现异构传感器观测数据管理的关键。Insert Observation 的文档结构如图 4 所示:

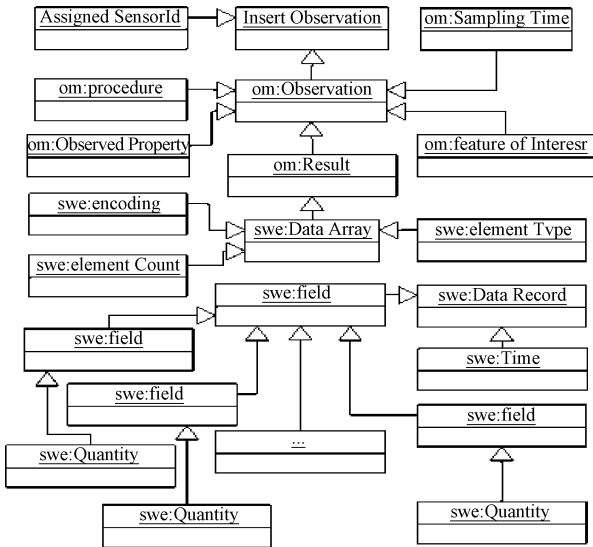


图 4 InsertObservation 操作文档结构图

Insert Observation 操作文档是符合 OGC 传感器数据插入规范的文档(XML 格式),由记录传感器注册 ID 的 Assigned SensorId 与记录观测值的 Observation 两部分组成。传感器采样时间 Sampling Time,观测值的感兴趣区域 feature Of Interest、观测属性 Observed Property 与观测结果 Result 等一起组成 Observation 部分。传感器的观测值记录于 Result 标签内,其中的 swe: value 标签用于记录传感器的观测结果,swe: field 标签用于记录传感器的观测域,swe: Time 标签记录此次数据的接入时间。所有标签遵循 OGC 的传感器数据插入规范层层嵌套,最终组合成 Insert Observation 文档,发送给 SOS 进行。SOS 对 Insert Observation 文档的解析与执行过程也是基于 OGC 的传感器数据插入规范。某温度传感器的 Insert Observation 操作文档中的 Assigned SensorId 标签如下:

```
<AssignedSensorId> urn:Shu:Insitu:Temperature:
S-1</AssignedSensorId>
```

文档中的 Result 标签:

```
<om:Result>
<swe:DataArray>
<swe:elementCount>...</swe:elementCount >
```

```
<swe:elementType>
< swe:DataRecord >
<swe:field name="Temperature">
<swe:Quantity definition="urn:ogc:def:property:
OGC:1.0:
Temperature">
</swe:Quantity>
</swe:field>
</swe:DataRecord >
</swe:elementType >
<encoding>...</encoding>
<swe:values>29</swe:values >
</swe:DataArray>
</om:Result>
```

由于文档较长,部分非关键代码做了收缩,用“...”表示。传感器数据传输的带宽有限,传感器在数据传输时只需将生成文档所需关键信息发送到服务器中,如传感器的注册 ID“urn:Shu:Insitu:Temperature:S-1”,传感器观测属性“Temperature”,传感器观测值“29”等,其余如标签名之类的非关键部分代码由于遵循一定的规范,可在服务器后台部署运行一个文档生成模块统一生成。文档生成模块将自动生成的非关键部分代码与传感器发送的关键部分代码组合起来,生成完整的 Insert Observation 操作文档并发送给 SOS,SOS 依据 OGC 的传感器数据插入规范进行操作文档的解析与执行,完成传感器观测数据的接入。

### 3 方案实现——以穿戴式心率监测传感器为例

随着智慧医疗的飞速发展,诸如心率、体温、血压等人们的生理数据也需要实时接入到 SensorWeb 中,为相关应用提供服务,因此将生理数据接入到 SOS 中具有必要性。这些人体相关数据可以通过相关传感器获取。传感器需要紧贴人体,且被监测者所处的环境并不固定,对于此类随身传感器的数据接入方式需要一个稳定可行的统一方案。基于上文提出的技术方案,本文实现了 SOS 中穿戴式心率监测传感器的接入。

#### 3.1 总方案设计

本文设计的心率监测传感器的数据接入过程如图 5 所示。

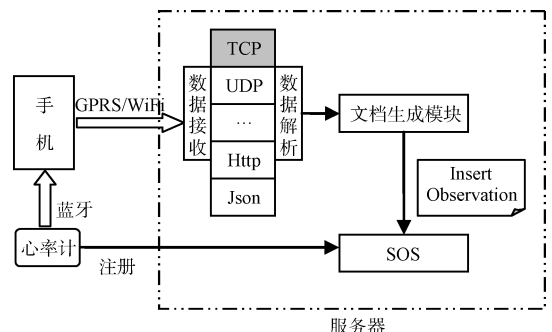


图 5 心率监测传感器的数据接入过程

穿戴式心率监测传感器体积小,通常附着于人体之上,所处通信环境并不固定,在该传感器内内置一个 Bluetooth 是可行的。手机是当今人们随身带的常用通信工具,智能手机通常内置 Bluetooth、GPRS 和 Wi-Fi,人体携带的心率监测传感器和手机一般都在彼此的 Bluetooth 的有效覆盖范围内,因此可采用 Bluetooth+GRPS(Wi-Fi)的组合技术完成心率监测传感器接入 INTERNET。心率监测传感器通过 Bluetooth 将数据发送给手机,手机通过 GPRS/Wi-Fi 接入 INTERNET,在有 WiFi 覆盖的环境下使用较为廉价的 Wi-Fi 接入,在没有 Wi-Fi 覆盖的环境使用 GPRS 接入。手机使用 TCP/IP 协议将心率传感器通过 Bluetooth 发送过来的数据传送给服务器端的接收模块,数据解析模块自适应调用 TCP 解析模块对传输数据进行解析,获取传感器 ID 和监测值等关键信息,后台运行的插入文档生成模块将这些关键信息转换成遵循 SensorML 标准的插入文档,并通过 InsertObservation 发送给 SOS,完成数据插入操作。

### 3.2 注 册

在将数据接入 SOS 前,需要将心率监测传感器注册到 SOS 中。在图 3 的传感器快速建模界面上将类型标识改为“Move”,传感器类型改为“HeartRate”,点击“生成 ID”按钮,将生成“Urn:Shu:Move:HeartRate:S-1”作为传感器的唯一标识 ID,按表单要求将传感器的其余相关信息填写完毕,点击“生成”按键,将在服务器后台生成符合 OGC 规范的 SensorML 文档。在传感器注册界面将显示已建模的传感器,如图 6 所示。

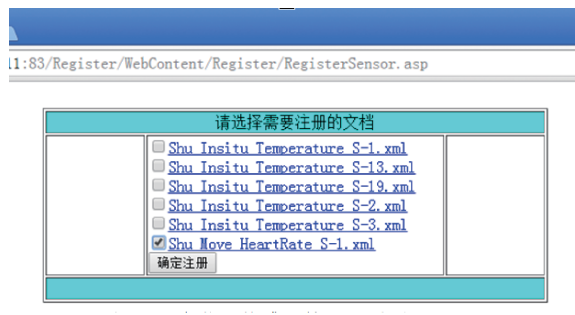


图 6 心率监测传感器的注册页面

选择刚刚生成的“Shu\_Move\_HeartRate\_S-1.xml”文件,点击“确定注册”按键,后台的传感器注册模块将根据文件内容生成 RegisterSensor 操作文档,发送给 SOS,SOS 将依据规范对此操作文档进行解析执行,完成传感器的注册。

### 3.3 接 入

本实验用以下开发环境模拟随身心率传感器:心率监测传感器使用 plusesensor 心率监测传感器;发射模块为低功耗的带有 Bluetooth 模块的 CC2540AmoMcu 单片机,供电模块使用 5.0 V 电压的 USB 供电口;手机使用带有 GPRS 与 WiFi 功能的魅族 MX5。plusesensor 心率监测传

感器采集用户的心率数据,CC2540AmoMcu 单片机将此心率数据与传感器自身信息组合成一个传递数据单元,某观测值为 68 的数据单元其内容为:“company = 902&SensorID = Urn: Shu: Move: HeartRate: S-1&observedvalue={HeartRate:68}”。company 是传感器所属单位的代码,与 SensorID 一起为传感器提供身份信息,为服务器判断此观测数据是否合法提供依据;observedvalue 为此数据的观测值。

### 3.4 数据接收与解析

服务器中部署着数据接收模块、数据解析模块文档生成模块、SOS 与数据库。由于 GPRS 模块是基于 TCP/IP 数据传输技术,当数据接收模块接收到心率监测传感器发出的数据单元,会自动调用 TCP 解析模块对数据单元进行解析,获取关键信息:“company = 902&SensorID = Urn: Shu: Move: HeartRate: S-1&observedvalue = { HeartRate: 68}”,在关键信息中获取 company 与 SensorID,与数据库中 SOS 管理者存储的合法传感器信息做匹配,若在数据库中没找到 company 或 company 下没有对应的 SensorID,则阻止此次传感器数据插入。若经过数据库查询判定该传感器为合法传感器,则将 SensorID 与 observedvalue 值传给文档生成模块。

### 3.5 插入文档生成与数据插入

服务器中部署的文档生成模块根据获取到的 SensorID 与 observedvalue 结合自动生成的非关键代码生成符合 OGC 规范的插入文档,生成的插入文档的核心内容如下。

```

.....
<AssignedSensorId> urn:Shu:Move:HeartRate:S-1
</AssignedSensorId>
.....
<om:Result>
<swe:DataArray>
<swe:elementCount>...</swe:elementCount>
<swe:elementType>
<swe:DataRecord>
<swe:field name="HeartRate">
<swe:Quantity definition="urn:ogc:def:property:
OGC:1.0:
HeartRate"></swe:Quantity>
</swe:field>
</swe:DataRecord>
</swe:elementType>
<encoding>...</encoding>
<swe:values>70</swe:values>
</swe:DataArray>
</om:Result>
.....

```

文档生成模块将生成的插入文档发送给 SOS。SOS

从该插入文档中解析出传感器 ID、观测值等数据,并将其存入数据库表中,完成心率传感器的数据插入(图 7)。

	time_stamp timestamp	procedure_id character vary	feature_of character va	phenomeno character va	text_value text	numeric_val numeric
545	2015-08-26	Urn:Shu:Insit	SHUSVI	urn:ogc:def		67
546	2015-08-26	Urn:Shu:Insit	SHUSVI	urn:ogc:def		67
547	2015-08-26	Urn:Shu:Insit	SHUSVI	urn:ogc:def		68
548	2015-08-26	Urn:Shu:Insit	SHUSVI	urn:ogc:def		69
549	2015-08-26	Urn:Shu:Insit	SHUSVI	urn:ogc:def		69
550	2015-08-26	Urn:Shu:Insit	SHUSVI	urn:ogc:def		71

图 7 心率监测传感器的数据插入结果

测试结果显示通过本文设计的传感器数据接入系统,异构传感器可以很好的通过网络将数据发送给服务器,完成数据插入的操作。

## 4 结 语

本文遵循 SWE 标准,设计了一种异构传感器观测数据接入 SOS 的方案。该方案首先根据网络环境条件及传感器自身支持的通信方式选择配置接入网,然后将传感器观测数据通过传感器支持的传输协议发送到服务器端,服务器端构造解析模块自适应解析不同协议的观测数据,并通过插入文档生成模块将解析出的数据转换成符合 OGC 规范的插入文档,最后调用 InsertObservation 操作将插入文档中的主要数据插入到 SOS 中,实现异构传感器观测数据的集中管理。基于本方案的穿戴式心率监测传感器接入 SOS 的实验表明:基于本方案可以实现不同接入方式、不同传输协议的异构传感器观测数据接入 SOS,使得异构传感器动态适配接入 SOS 成为可能。

## 参考文献

- [1] 黄漫国. 多传感器数据融合技术研究进展[J]. 传感器与微系统, 2010, 29(3): 5-8.
- [2] BRORING A, ECHTERHOFF J, JIRKA S, et al. New generation sensor web enablement[J]. Sensors, 2011, 11(3): 2652-2699.
- [3] 张小廷. 基于 IEEE1451 标准的无线智能传感网的设计与实现[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学, 2010.

- [4] 蔡永娟, 沈春山, 吴仲城, 等. 基于 SensorML 和 IEEE 1451 的新型传感器网络标准研究[J]. 仪表技术, 2010(1): 1-6.
- [5] 李秀, 黄容生, 宋靖东. 一种支持传感器即插即用的动态适配器方法[J]. 传感器与微系统, 2014, 33(7): 20-23.
- [6] BROERING A, FOERSTER T, JIRKA S, et al. Sensor bus: An intermediary layer for linking geosensors and the sensor web[C]. Proceedings of the 1st International Conference and Exhibition on Computing, Bethesda, 2010: 1108-1114.
- [7] XUEFENG LIU, JING ZHU, JIANHUA MAO, et al. Design of real-time communication adapter for different protocol sensors in sensor web [J]. Indonesian Journal of Electrical Engineering. 2012, 10(5): 1101-1105.
- [8] 王智莉, 卜方玲. 异构感知数据的动态适配接入方法[J]. 传感器与微系统, 2015, 34(6): 13-16.
- [9] 郑达锋. 短距离无线通信技术的优势及运用[J]. 通信电源技术, 2014, 31(6): 70-71.
- [10] 陈伟民, 李存龙. 基于微波雷达的位移/距离测量技术[J]. 电子测量与仪器学报, 2015, 29(9): 1251-1264.
- [11] 陈珂, 邵晖, 何婷婷. 射频识别(RFID)系统架构和持续改善[J]. 国外电子测量技术, 2015, 34(4): 5-9.
- [12] 崔文婷, 陈恒, 高远, 等. 基于 Android 的 LED 控制设计[J]. 电子测量技术, 2014, 37(12): 102-104.
- [13] 叶斌, 李玉榕. 基于 Android 系统的 KOA 运动监测系统研究[J]. 仪器仪表学报, 2014, 35(12): 7-11.

## 作者简介

谢贤鸽, 1991 年出生, 硕士研究生, 主要研究方向为异构传感器的数据接入与管理。

E-mail: xiexiange@yeah.net

刘学锋(通讯作者), 1967 年出生, 教授, 主要研究方向为 GIS 与传感器网络。

E-mail: lxf02@shu.edu.cn