

物联网: 标志性特征与模型描述

黄映辉 李冠宇

(大连海事大学信息科学技术学院 大连 116026)

摘要 物联网的标志性特征支撑着物联网作为新事物的独立存在,物联网的模型描述则标志着对物联网的深入认知。语义分析表明:物联网之“物”特指“物的信息”,物联网之“网”则是“互联网应用”。物联网是使全球共享物的信息的一种新型互联网应用。物联网的标志性特征有四:仅限于物的信息、UID/EPC 编码、RFID 电子标签存储、RFID 读取器非接触式读取上载。物联网的图示模型揭示:实现物联网的专有工作是物的信息在上载互联网之前的预处理和 RFID 系统的建设。物联网的集合表示模型则突出了互联网应用的共同特征即“本质上都是一种信息集合”,因而可借鉴和重用其它互联网应用的开发思路与技术措施。

关键词 物联网,互联网应用,物的信息,射频识别

中图分类号 TP393 文献标识码 A

Internet of Things: Differential Features and Descriptive Model

HUANG Ying-hui LI Guang-yu

(Information Science and Technology College, Dalian Maritime University, Dalian 116026, China)

Abstract The differential features can support Internet of Things existing as a new kind of development, and the theory model can indicate that Internet of Things has been understood deeply. A semantic analysis pointed out that the thing in word Internet of things indicates actually the thing's information, and the Internet is actually the Internet application. Internet of Things is a new type of Internet application which makes the thing's information be shared on a global scale. Internet of Things has four differential features: only for thing's information, coded by UID or EPC, stored in RFID electronic tag, uploaded by non-contact reading with RFID reader. The graphical model of Internet of Things shows that the main tasks of constructing Internet of Things are the preprocessing of thing's information before uploaded into Internet and the building of an RFID system. The set expression model of Internet of Things stresses the common character of Internet applications namely an Internet application is essentially a set of information, so the development processes and the technical methods of other Internet applications can be referenced and reused.

Keywords Internet of things, Internet application, Thing's information, RFID

1 引言

物联网(Internet of Things)概念的兴起在很大程度上归功于美国麻省理工学院 Auto-ID 中心所开发的 EPC(Electronic Product Code)技术^[1]和国际电信联盟所发布的专题研究报告^[2]。这两位推动者的技术工程背景引领学术界和实业界更关注“怎样实现物联网”,而对“物联网究竟是什么”、“物联网与相近概念的联系与区别何在”等本体论问题却鲜有讨论。

人类为接纳一个新事物而做的理论层面的考察,通常集中为两个问题:(1)它应该被置于现有的人类活动体系中的哪一个位置?即它的上级下属左右近邻是哪些人类活动。也就是要分析它与这些相近人类活动的共性与差异,即概括出其有别于其它事物的标志性特征,以确认其可以作为一个新类型而独立存在;(2)它应该用怎样的模型来描述?模型是对事

物的形式化抽象,是人类对该事物已经有了深入认知的标志。新事物的描述模型,一方面引导对模型的各个组元做进一步的理论研究,另一方面指导实现该新事物的技术活动与工程实践。

本文尝试回答“物联网的标志性特征”和“物联网的模型描述”两个基本问题。具体的讨论依序 4 个层次展开:首先讨论(词语)物联网的语义,继之推证物联网的基本属性,进而概括物联网的标志性特征,最后给出物联网的模型描述。

2 “物联网”的语义

“物联网”作为新近构造的中文专用名词,其语义:一方面取决于其源出的英文词语 Internet of Things 的原义,另一方面也受制于其构词的 3 个组分的中文所指与语法作用。

2.1 “Internet of Things”的原义

词组 Internet of Things 是由介词短语作限制性定语的

本文受国家自然科学基金项目(60972090)资助。

黄映辉(1955—),男,博士,教授,CCF 高级会员,主要研究方向为智能信息处理,E-mail:hyh6599@163.com;李冠宇(1964—),男,教授,CCF 高级会员,主要研究方向为智能信息处理。

名词短语。通常用“名词 1+of+名词 2”的结构来表示两个名词之间具有所属关系或同位关系。然而,对于 Internet of Things,其两个名词之间,既不“所属”也不“等同”,只是“相关”,较准确的理解应该是“与 Thing 相关的 Internet”。

名词 Thing 所指称的对象主要有两类:与主体活动有关的“事”和作为客观实体的“物”。前者为一种过程,后者为一种存在。

Internet 的本质功能如同其名称所示,就是“互联”,即利用电缆、光纤、微波等介质联接遍及全球的计算机终端。然而,基于电信号或光信号的远距离传输的对象,既不能是“过程”也不能是“存在”,只能是“信息”。所以,此处的 Thing 实际上是指“物(或事)的信息”。

综上所述,词组 Internet of Things 的语义就是“与物的信息相关的互联网”,其中“相关的”之含义是“物的信息在互联网上流动,以实现共享”。

2.2 “物联网”的语义

词组 Internet of Things 之汉译为何是“物联网”而非其它?最可能的情形是:首先将其直译为“物的互联网”,进而简称为“物联网”。该译名与“互联网”仅一字之别,简明通俗易于上口,然而也正是这种省略引起了不必要的误读:(1)未突出是“互联网”。一方面实体的 Internet of Things 的本质是一种新型的互联网应用,互联网是其基础与核心。另一方面“互联网”是专用名词,不可简称为“网”;(2)词序导致的歧义。既然是略称,人们只有通过扩展才可理解其意义,而中文语句表达又遵循顺序思维逻辑,这样,“物联网”就容易被理解为是“用物联接的网”或“物被联接的网”,它们与 Internet of Things 的本义“物的信息被联接的互联网”有着质的差别;(3)不规范的语法结构。“物联网”由 3 个汉语单词构成,形式上是“名词+动词+名词”结构。但它却是一个语法例外,非常类似于著名的“肉夹馍”。“肉夹馍”其实是“夹肉的馍”,“物联网”与之相仿其实是“联物的网”。

遵从词组 Internet of Things 的语法结构,同时认定此处的 Thing 的真实语义是“物的信息”,将 Internet of Things 汉译为“物的信息互联网”为宜。它与“互联网”的关系类似于“语义 Web”与“Web”的关系。

语言是约定俗成的。对于一个客观实在,选用或新造哪个词语而称之为,并无定规,只要公认即可。以“物联网”对应 Internet of Things 已成现实,只是在实际应用时,必须予以正确地理解:此“物”为“物的信息”,此“网”是“互联网”。“物联网”的真实语义是“物的信息互联网”。

3 物联网的基本属性

语言是存在的反映,词语是实体的指称。词语“物联网”之真实语义对应着实体物联网之基本属性。语义“物的信息互联网”已经明白无误地指出了其所指实体的两个基本属性:一是“互联网”,二是有关“物的信息”。

3.1 类别:互联网的应用

任何实体均由结构和功能两个层面构成。结构是功能的基础,功能在结构上实现。实体之名称依语境不同,有时指结构,有时指功能,有时兼指二者。互联网的结构是用传输介质联接多台计算机而组成的物理系统,互联网的功能是信息传输。“互联网”的称谓,既可指那个联接全球的计算机网络,也

可指在该实体网络上实现的信息共享即“互联网应用”,人们日常所说的“上网”其真实的含义是“进入某种互联网应用”。显然,后者才是物联网之“互联网”的真实所指。

互联网应用(Internet application)是依托互联网所实现的信息全球共享方式。迄今与人类生活已经密不可分的主要类型有 E-mail、即时通信、BBS、FTP、博客、Web、语义 Web、Web 服务、语义 Web 服务等。物联网就是一种新型的互联网应用。

3.2 对象:物的信息

人类所面对的世界是物质的。这些物质对象通常被归为 3 类:物、人(一种特殊的物)、事(人对物的处理活动)。3 者的相互作用支撑着人类的生存与进化,而这种相互作用很大程度上表现为物的信息、人的信息、事的信息之间的交织、融合与提升。

物是人类赖以生存的基础,其主要特征有二:数量大种类繁多;较为稳定的有形实体。前者要求对物的信息:进行有效管理,后者说明物的信息常可表现为相对静态形式(相比之下,事的信息就几乎完全是动态变化的),因此可被记录在某种实体介质中,进而可物理地附着于物的实体之上,物的信息与物的实体二者合一。

既然物的实体是至关重要的、物的信息又与人的信息和事的信息有不同的特征,那么就以物的信息为对象专门构建一个全球网络,通过相关利益主体共享物的信息的方式,实现对物的实体的有效保管、处理、流通和使用。这就是物联网之由来。

4 物联网的标志性特征

对客观实体进行科学定义,通常沿用由亚里士多德开创的“属十种差”方法^[3]。据此就有:物联网=互联网应用+物的信息,这二者恰是物联网的两个基本属性。然而,这只是表明“物联网具有这两个属性”,而不能反之认为“具有这两个属性的就是物联网”。也就是说,虽然有了种差“物的信息”,但这还不足以内在地规定物联网,因为能够在全球范围传输物的信息的互联网应用还有多种形式(例如 FTP 和 Web)。此处的这个“物的信息”一定具有其特殊性,才使物联网可以独立于其它互联网应用而成为一种新类型。

互联网应用作为遍及全球的信息共享方式的工作过程大体分为 3 个部分:信息上载、信息传输、信息下载。物联网的特殊性就在于其要被信息上载的信息(以下简称上载信息)有着不同于其它互联网应用的特点,具体表现为:(1)上载信息的内容是物的信息;(2)上载信息的表示形式是标准化编码;(3)上载信息的存储载体是电子标签;(4)上载信息的上载方式是非接触式读取。

4.1 上载信息的内容:物的信息

物联网构想的应运而生,正如第 3.2 节所述,一是需要,二是可行(相比之下,“人联网”或“事联网”就很难实际构建)。尽管其它互联网应用(例如 Web)的服务内容“也可以是”物的信息,但是只有物联网的上载信息“仅仅是”物的信息。

物的信息是物联网的专业化定位。通过对物的信息的智能化处理和全球化管理,实现对物的实体(本质上是稀缺的)价值的最大化利用,从而增加人类的福祉。

4.2 上载信息的表示:标准化编码

为提高效率,特别是有利于信息上载、信息传输和信息下

载的机器自动完成,上载信息表示的标准化就十分必要。

对一个物的实体的信息描述涉及两个抉择:选用哪些信息项(语句或词语);各个信息项又选用哪些术语(词语)表达。与之相对应,上载信息表示的标准化就涉及两个方面:格式标准化(format standardization)和术语标准化(term standardization)。

标准化就是人为制定一些规范,大家都遵守执行。而格式标准化实施难度较小,由公认的物联网标准化组织(例如 ISO/IEC)规定产品的电子标签必须具有的信息项以及其所对应的在物联网信息服务器中的信息项的名称、必备内容、表示形式等,目前与此相关的成就主要体现在 RFID 编码的标准化:日本主导的泛在编码(universal identification, UID)和欧美主导的电子产品码(electronic product code, EPC)^[4]。

对于术语标准化,情况就不容乐观。术语只能用语言中的词语表达,一方面,即使仅考虑国际社会通用语言也有七八种之多,另一方面,“一词多义”和“一义多词”的现象普遍存在。在现阶段人为地规定只能用英语的某个词语去表示某个物品或客观实在根本不具有合理性、可行性和有效性,“分散式的自选(标准约束下的)词语表达+集中式的确认词语语义(基于词语之间的关系)”就成为现实的选择。

格式标准化可以用“强制性标准”的方式推行,术语标准化只能以“推荐性标准”的方式渐进。这既顾及了目前人类语言的多样性和复杂性,也考虑了各国物品生产与管理水平的不均衡现状。“分散式的自选(标准约束下的)词语表达”就是尽可能选择“(多种分层次的)推荐性标准”所提倡的词语。

4.3 上载信息的存储:电子标签

物的信息是对物的实体的性质、功能、结构和状态的描述。物的实体一定是流动的和变化的(由人的生产、交换和消费活动所致)。这就要求:物的信息必须附着于物的实体之上,即二者合一。为此,物的信息必须具备两个特点:(1)物理形态上要小巧轻便,不增加物的实体的负担;(2)表示形式上要有利于被高效地读取。电子标签应运而生。

电子标签(electronic tag)是一种外形很小的电子介质,其上可记录物的信息,再将其置于或嵌入物的实体之中。目前被广泛应用的有两种类型:条形码(bar code)和射频识别电子标签(RFID electronic tag)。后者具有寿命长、可较远距离读取、信息重写等优势^[5,6],但成本约束却致使前者会长期存在。此外,以 HIP tag 为代表的新型电子标签^[7]也正在改进与推广。

4.4 上载信息的上载:非接触式读取

人们所熟知的互联网应用的信息上载方式通常是用户直接输入上载信息,例如 Web 的超文本网页和 FPT 的文件。物联网的上载信息不是被“人工输入”的,而是被“机器读入”的,即读取器直接从物的实体上读取该物的信息。目前所推荐的主流方式是^[8]:RFID 读取器非接触地从附着于物的实体的 RFID 电子标签上读取以电信号或光信号表示的物的信息。

5 物联网的模型表示

5.1 物联网的图示模型

上述物联网的基本属性(以物的信息为对象的互联网应用)和物联网的标志性特征(仅是物的信息、UID/EPC 编码表

示、RFID 电子标签存储、RFID 读取器非接触式读取)共同勾勒出物联网的整体架构,如图 1 所示。

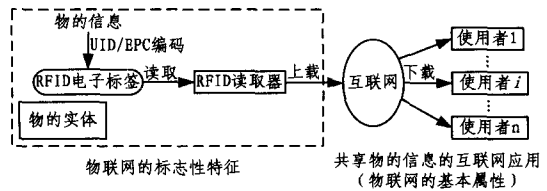


图 1 物联网的整体架构:基本属性和标志性特征

根据图 1 可以形象地阐释物联网的工作原理:与物的实体对应的物的信息,被写成 UID 或 EPC 编码,内嵌于 RFID 电子标签中,RFID 读取器非接触地从 RFID 电子标签中读取物的信息,从而将其上载到互联网上。分布在全球的有授权的用户即可实时地共享该物的信息。

图 1 所示模型虽然直观易懂,但欠缺紧凑,不方便与其它互联网应用的对比分析。因此将其进一步抽象表示为数学模型就很有必要。

5.2 互联网应用的抽象表示

互联网应用本质上是一种信息集合,只不过其中的信息,既可静态地存储于互联网的各个应用端之处,也可动态地传输于互联网的各个应用端之间。可用集合论的方法而抽象表示之:

$$\text{互联网应用} = \{ \text{信息} | \text{信息在互联网上存储与传输} \} \quad (1)$$

式(1)的右端有 3 个关键点:信息、存储、传输。只要在其中的一点上表现出某个专有特征,就可形成不同类型的互联网应用。例如,若信息形态是应用程序,就是 Web 服务;若信息存储在 HTML 网页中,就是 Web;若信息传输是点对点的非实时传输,就是 E-mail。它们相应于式(1)的集合表示,如表 1 所列,其中省略了共性的内容。

表 1 互联网应用的集合表示模型举例

互联网应用	集合表示模型
Web 服务	Web 服务 = { 信息 信息形态是应用程序 }
Web	Web = { 信息 信息存储在 HTML 文档之中 }
E-mail	E-mail = { 信息 信息传输为点对点非实时方式 }

5.3 物联网的集合表示模型

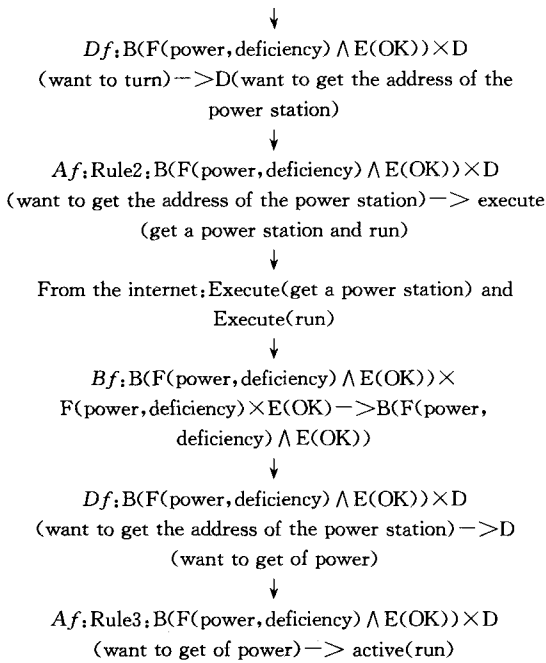
物联网是一种使全球共享物的信息的互联网应用,也就是基于互联网的物的信息的集合。根据上述物联网的基本属性和标志性特征,可知它在式(1)的 3 个关键点中的“信息”和“存储”上有别于其它互联网应用,即信息的内容限于物的信息;信息的表示必须是标准化编码(通常是 UID 或 EPC);信息存储在电子标签(通常是 RFID 电子标签)中;信息的上载互联网采用 RFID 读取器的非接触式读入方式。据此,用集合形式描述的物联网模型可表示为:

$$\text{物联网} = \{ \text{物的信息} | \text{物的信息表示为 UID/EPC 编码} \wedge \text{内嵌于 RFID 电子标签} \wedge \text{上载为非接触机器读取} \} \quad (2)$$

5.4 物联网特征的再认识

图 1 和式(2)所揭示的结论是:物联网作为一种新类型的互联网应用,其不同之处主要体现在信息上载互联网之前的信息预处理和信息上载互联网的方式两个方面。前者是指将信息限定为物的信息,将信息写成 UID 或 EPC 编码,将信息

(下转第 17 页)



结束语 针对物联网中构件的自适应问题,本文抽象地定义了 FEBDA 结构,设计了相应算法来模拟实现物联网中构件自适应的过程,并通过一个简单的实例对这个自适应算法进行了说明。应用本文方法的前提条件是物联网构件具有数据处理能力,本文中并没有考虑构件感知环境信息和处理能力的限制条件,以及构件之间或构件与互联网之间信息传输的效率与安全性^[5],这些重要问题将在下一步的工作中深入研究。

(上接第 6 页)

置于 RFID 电子标签之中的 3 种人为操作(或是在人的指令下的机器处理),后者是指信息采用 RFID 读取器非接触式读取方式而上载互联网。RFID 电子标签和 RFID 读取器又共同构成 RFID 系统。信息上传互联网之后,物联网就与其它互联网应用基本别无二样了。在这个意义上可以说,物联网构建的基础工作主要有两项:对所上传互联网的与物有关的信息进行预处理和 RFID 系统的建设。

结束语 原名 Internet of Things 和译名“物联网”各有所长。前者规定了该指称对象属于 Internet 类,后者则指出了种差为“物”(将 Thing 的另一个重要语义即通常是无形的因而无法与电子标签绑定的“事”排除在外)。两者的共同缺陷是没有进一步明确:“物”是“物的信息”,“网”是“互联网应用”。词语“物联网”的真实语义是“全球共享物的信息的互联网应用”。

对象的基本属性说明“它是什么”,标志性特征则指出“它与其它对象有何不同”。物联网的基本属性由词语“物联网”的语义而规定:互联网应用和物的信息。物联网的标志性特征则有 4 个:限于物的信息、UID/EPC 编码、RFID 电子标签存储、RFID 读取器非接触式读取上载。

互联网应用是基于互联网的信息共享方式,对其的描述可分为信息在上载互联网之前的预处理、信息上传互联网之后在互联网上的存储与传输、信息从互联网下载以供用户使用 3 个阶段。图示模型可直观地对此进行流程图描述。物联网的图示模型以直观形象形式强调了:物联网是一种互联网应用,其特别之处在于前端的 4 个标志性特征。物联网的集合表示模型则以抽象逻辑形式突出了:物联网本质上是一个

- [1] International Telecommunication Union. ITU Internet Reports 2005; The Internet of Things[R]. Geneva: International Telecommunication Union, 2005
- [2] Luigi A, Antonio I, Giacomo M. The Internet of Things; A survey[J]. International Journal of Computer and Telecommunications Networking, 2010, 54(15): 2787-2805
- [3] Weber R. Internet of things-Need for a new legal environment [J]. Computer Law & Security Review, 2009, 25: 522-527
- [4] Gonclves V, Dobbelaere P. Business Scenarios for Machine-to-Machine Mobile Applications[C] // Proc. International Conference on Mobile Business and Global Mobility Roundtable(IC-MB-GMR). 2010: 394-401
- [5] Doppler K, Rinne M, Wijingetal C. Device-to-device communication as an underlay to LTE-advanced networks [J]. IEEE Communications Magazine, 2009, 47(12): 42-49
- [6] 胡昌玮, 周光涛, 唐雄燕. 物联网业务运营支撑平台的方案研究 [J]. 信息通信技术, 2010(02): 52-57
- [7] 宁焕生, 张瑜, 刘芳丽, 等. 中国物联网信息服务系统研究 [J]. 电子学报, 2006, 34(12A): 2515-2517
- [8] 奚国华, 邬贺铨, 钱大群, 等. 2010 年 6 月 29 日中国物联网大会记录稿, 2010 [M]. 北京: 中国电子学会, 2010: 3-33. <http://wenku.baidu.com/view/da5720d9ce2f0066f5332253.html>
- [9] 常志明, 毛新军, 齐治昌. 基于 Agent 的网构软件构件模型及其实现 [J]. 软件学报, 2008, 19(5): 1113-1124
- [10] 董丽峰. RFID 中间件技术在物联网中的应用及研究 [J]. 黑龙江科技信息, 2010(10): 73-74

物的信息的集合,如此认识便于与其它互联网应用所代表的信息集合进行对比分析。

除了实现互联网应用的共性任务之外,物联网构建的专有工作主要是信息的预处理(物的信息的选取、物的信息的 UID/EPC 编码、物的信息内嵌于 RFID 电子标签)和 RFID 系统的建设。

参考文献

- [1] Wikimedia Foundation Inc. Internet of Things: from Wikipedia, the free encyclopedia [EB/OL]. <http://en.wikipedia.org/wiki/Internetofthings>
- [2] International Telecommunication Union. ITU internet reports 2005; the Internet of Things [EB/OL]. <http://www.itu.int/internetofthings>
- [3] 亚里士多德. 形而上学 [M]. 苗力田, 译. 北京: 中国人民大学出版社, 2003
- [4] 李如年. 基于 RFID 技术的物联网研究 [J]. 中国电子科学研究院学报, 2009, 4(6): 594-597
- [5] 宁焕生, 王炳辉. RFID 重大工程与国家物联网 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2009
- [6] Welbourne E, Battle L, Cole G, et al. Building the Internet of Things using RFID [J]. IEEE Internet Computing, 2009, 13(3): 48-55
- [7] Urien P, Nyami D, Elharbi S, et al. HIP tags privacy architecture [A] // Proceedings of 3th International Conference on Systems and Networks Communications [C]. 2008: 142-147
- [8] Rieback M, Crispo B, Tanenbaum A. The evolution of RFID security [J]. Pervasive Computing, 2006, 5(1): 62-69