物联网:语义、性质与归类

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 物联网作为新兴的全球信息化工程,其概念本身(包括语义、性质和归类)的清晰界定至关重要。分析词语internet of things之语义可推证物联网的性质。比较实体Internet of Things与其它互联网应用的异同可确定物联网的归类。Internet of Things的真实语义是"产品信息互联网",一种新型的互联网应用。汉译"物联网"的缺憾在于没有突出两个关键点"信息"和"基于互联网"。物联网的性质分为主性和属性,前者就是"基于互联网的产品信息全球互联",后者则进一步诠释了该"产品信息"的3个受限特征即电子标签形式、标准化约束和本体支持。物联网可看作是语义Web的一种具体应用形式。

关键词 物联网,产品信息,互联网应用,本体,语义Web
中图法分类号 TP393 **文献标识码** A

Internet of Things: Semantics, Properties and Category

HUANG Ying-hui LI Guan-yu
(Information Science and Technology College, Dalian Maritime University, Dalian 116026, China)

Abstract It is very important for Internet of Things as a new kind of global information engineering to understand the concept itself(including the semantics, the properties and the category) clearly. Analyzing the semantic meaning of the word internet of things can help to understand the properties of Internet of Things. Comparing the similarities and differences of the entity Internet of Things and other Internet applications can help to classify the entity. The actual semantics of Internet of Things is Internet of product information, a new type of Internet application. Chinese translation of "Internet of Things" is the failure to highlight the two key points "information" and "based on Internet". The properties of Internet of Things include the dominance and the attributes. The former means the interconnection of product information in different parts of the world based on Internet, while the latter further explains the three restrictive characters of the product information, namely the electronic tag form, the standardizing restraint, and the ontology supporting. Internet of Things can be deemed as a specific application form of Semantic Web.

Keywords Internet of things, Product information, Internet application, Ontology, Semantic Web

1 引言

每当信息科学领域热议某种技术变革新构想时,学者们自然要追溯并剖析由其首倡者给出的定义,或赞同或质疑,更多的则是修正与补充。基于对个人声誉的珍惜,这种原初定义通常都是严谨、简洁和颇有学术味的,例如T. Berners-Lee的语义Web定义和T. Gruber的本体定义。

物联网(Internet of Things)的情况却有所不同:(1)没有确定的首倡者。较为公认的说法是,物联网概念的由来可追溯到成立于1999年的美国麻省理工学院Auto-ID中心(2003年更名为Auto-ID实验室)所研究的EPC(electronic product code)技术[1]。然而,EPC仅是构成物联网的技术手段之一,而非物联网本身。真正对物联网概念的兴起影响最大的是国际电信联盟于2005年发布的那份著名的研究报告[2]。就角色而言,国际电信联盟也只是一个强有力的推动者。可见,物联网概念的提出是一个分散化、渐进化的现象,并不能将之明确归于某位学者的贡献。(2)迄今未有公认的学术定义。研究型首倡者的缺失导致了很少有人去深入思考诸如"物联网的本质到底是什么"之类的理论问题(确切地说,是没有人提出引起争论的话题)。目前的进展主要集中在应用方面,研发机构(例如麻省理工的Auto-ID实验室)致力于物联网技术架构的物理实现;工业组织(例如国际电信联盟)则关注物联网对当今社会的深刻影响。(3)政府的主导推进。短短几年,物联网就从学者们议说的新颖构想成为各国政府选择的发展战略,美国总统奥巴马和中国总理温家宝都给与了高调的支持。

推进一个新构想实现的通常轨迹是"科学→技术→工程"。物联网的情况则是:其发展的起点便是现存的射频识别(RFID)技术[3],人们以此为核心构造网络系统并设法使之工程化,而很少回溯思考与之相关的科学问题,例如"它是什么"、"它与相近术语的区别何在"。

到稿日期:2010-02-05 返修日期:2010-04-19 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。

观念的清晰与准确才能支持行动的无误与效率。在目前人们对物联网构想近乎一致的理解中，有许多说法经不起追问与推敲，讨论并澄清之，很有必要。

本文尝试探究“物联网到底是什么”。人类为了认知某个新对象而追问“它是什么”时，其实是在期待着3个方面的回答：(1)词语意义，指称该新对象的词语的语义是什么。人类依赖于自己的语言来认识世界，“语言是思想的家”(哲学认识论之语言学派的旗帜)，人类要接受一个新词语，就必须能够应用自身话语系统中的某些现有词语予以解释之，即分析其语义。(2)内部性质，该新对象具有哪些本质规定性。任何对象都是有内容的，这些内容的条理化就是性质。性质决定着对象的存在。性质特别是那些有别于其它对象的特有性质是说明对象的唯一方式。(3)外部联系，该新对象被归于哪一类。人类要接受一个新对象，就必须在现有的人类活动体系中给它一个合适的位置，即要确定它的上级下属左右近邻是哪些人类活动，分析它与这些相关人类活动的共性与差异。也就是说，该新对象(除非是“第一存在”)必须也只能被归于某类。归类的依据是该新对象的性质与某些现有对象的性质之间的等价关系或偏序关系。

本文的讨论也按上述3个方面展开：首先界定“物联网(词语)的语义”，其次分析“物联网(实体)的性质”，进而确定“物联网(实体)的归类”。

2 “物联网”的语义

“物联网”是Internet of Things的汉译。中国人对其的正确领会需要解决两个问题：(1)词语internet of things的原本语义为何；(2)汉译为“物联网”是否贴切。

2.1 “internet of things”的语义

名词internet由派生方式而创。前缀inter-的原义是“在…之间”，也就是对至少两个端点的联接。联接即相互作用，inter-的引申义为“交互”。词根net为“透孔织物结构的东西”。派生词internet就是“net的联接”或“net的交互”。前者汉译为“网际网”，首位的“网”是被联接的对象，末位的“网”是联接而得的成果；后者对应的则是标准译名“互联网”。现在的问题是：此“网”是“互联的对象”还是“互联的成果”？若与internet严格对应，它是指对象；若看中国人的实际语言交流，它是指成果，即“互联网”是“(局域网)互联(而得的)网”的简称。这里的咬文嚼字，有利于随后对“物联网”概念的透彻分析。

介词of只有构成为介词短语才能充当语法成分。internet of things是名词短语，由介词短语of things作限制性定语修饰名词internet，以示其与名词things有着一种关系。对于“名词1+of+名词2”的结构，人们通常将之理解为两个名词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things相关的internet”。

名词thing最初是指在斯堪的纳维亚半岛的冰岛等国家中讨论与决定重大社会事务的政治性集会，直到14世纪才脱离该义而表示“人们所关心的事”[4]。此情形与汉语极为相似，“事，职也。”(《说文》)，进而引申为该官职所负责的公务，至今则被泛化为“人们所从事的活动”。至于thing有“物”之义，则是因为其与“事”的紧密联系，即人们做事的对象、工具和成果都是“物”。物有天然与人工之分，即物质(substance)和产品(product)，二者的统称只有用thing表示(尽管其首义为“事”)。因为在物联网中的每一件物品都要附着RFID电子标签[5]即要进行人为的操作，在此意义上，与物联网相关的thing都是“产品”。因为基于电信号或光信号的远距离传输的对象只能是信息而绝非实体物品，所以此处的thing只能是“产品的信息”

综上所述，internet of things的语义就是“与产品信息相关的互联网”，其中“相关的”之含义是“产品信息在互联网上流动，以实现共享”。

2.2 汉译之“物联网”

已难以弄清谁是中文“物联网”的首倡者以及其如此汉译的依据为何。最可能的情形是：首先将internet of things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)未强调是“互联网”。一方面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，不可将之简称为“网”；(2)容易望文生义。“名词+动词+名词”的汉语结构引导人们将“物联网”理解为“用物联接的网”或“物被联接的网”，它们与Internet of Things的本意“物的信息被联接的互联网”有着质的差别。

信息科学领域新进展的汉译比较成功的例子是“语义Web”。既可说“语义Web是Web的新发展”，也可说“语义Web是Web的一种类型(相对的另一种是非语义Web)”。遵从internet of things的语法结构，同时认可thing的语义是“产品信息”，将Internet of Things汉译为“产品信息互联网”更为贴切。它与“互联网”的关系类似于上述“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谓之，并无定规，只要能被普遍接纳即可。以“物联网”对应Internet of Things已成现实，只是我们在实际应用时，必须予以正确地理解：此“物”是“产品信息”，此“网”为“互联网”。

3 物联网的性质

一个客观对象之所以能单独存在，是由于其至少有一个有别于其它客观对象的性质(property)。哲学家金岳霖将性质分为主性(dominance)与属性(attribute)[6]。前者是规定性的，后者是说明性的。

物联网的主性就是上述分析认为的Internet of Things的语义“产品信息互联网”。由该主性中的区别性特征“产品信息”可推导出物联网的属性。

3.1 产品信息互联网

互联网在形式上是一种物理的计算机网络。“产品信息互联网”明显地是在指称一种受限的物理网络。然而情况并非如此。

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。实体的名称，依语境不同，有时指结构，有时指功能，有时则指结构和功能。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。

物联网的情况则不同。它并未重新构建一种物理结构，而是完全依附于互联网，其区别性特征是在互联网上所传输的信息为“产品信息”而已。物联网是一种基于互联网的产品信息共享方式。

3.2 产品信息：电子标签形式

标签（tag 或 label）的中文和英文语义都是“标明产品基本信息的附着纸片或布条”。电子标签（electronic tag）的特点是用电子符号取代了“纸片或布条”上原本的自然语言符号，从而支持实现产品基本信息的远距离读取、全球传输和智能处理。

电子标签目前被广泛应用的有两种类型：条形码（bar code）和 RFID 电子标签（RFID electronic tag）。功能与成本的权衡将使二者长期并存，分别用于低端产品和高端产品[3]。

电子标签的革命性意义在于，其本身仅记录着产品的基本信息（确切地说是静态的索引性信息），可由其触发访问的“物联网信息服务器（IOT-Information Server）”[7]动态地存储着与该产品相关的全部信息。

电子标签是物联网的末端。RFID 电子标签因其潜在优势成为目前的首位选择，但这并不能成为排斥条形码的理由，还应致力于新型电子标签（例如 HIP tag[8,9]）的研发。同理，物联网信息服务器是物联网之必备，但并不仅限于麻省理工学院 Auto-ID 实验室提出的 Savant 系统[10]。

3.3 产品信息：描述的标准化

物联网之目标就是产品信息的全球范围共享，即每一位读取主体（人或可实现信息智能处理的机器）都能“读懂”其接收到的产品信息。“读懂”是一种对象性活动，取决于两个方面：“被读对象”的“易读”和“读者”的“能读”。前者要求“被读对象”描述的标准化，后者则指“读者”应具有一定的知识背景。就物联网而言，就是产品信息描述的标准化和产品信息读取主体的共享知识库支持。

对一个实体产品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，产品信息描述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。对于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）。

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，也考虑了各国产品制造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”就是尽可能地选择“（多种分层次的）推荐性标准”所提倡的词语。

3.4 产品信息：读取的本体支持

上述的读懂产品信息的条件“产品信息读取主体应具有共享知识库”和实现术语标准化的“集中式的确认词语语义（基于词语之间的关系）”，就是指本体（ontology）及其作用。

Ontology 本是哲学术语，既是指 19 世纪之前的西方哲学，又是指延续至今的一种认识思维方式，其流行的汉译形式为“本体论”。1993 年 T. Gruber 首次将之借用于信息科学领域并给出了那个被广泛接受的定义“An ontology is an explicit specification of a conceptualization.”，显然它是指一个人造实体，汉译时不得不选用“本体”一词与之对应，但此“本体”已经不是哲学的“本体论”所论说之对象 on 或 being 了，而是人们对客观世界进行概念化（conceptualization）后所得到的认知成果即表示概念和概念之间关系的概念系统。概念用词语表达，本体也就是“表示词语和词语之间关系的集合”。

本体对术语标准化的贡献在于，支持读取到电子标签的主体（人或机器）理解电子标签所示信息的语义。分散于世界各地制造的产品的电子标签采用尽可能通用的词语书写，这些词语在本体中都有相互关系，即一个词语总能被其它词语所解释。当一个可以获得本体支持的读取主体（人或机器）接收到一个词语时，只要该词语与本体中的某个词语相吻合，则以该词语为中心的语义网络就会被导入，该词语因而被“读懂”。

本体的形式和作用类似于人们阅读书籍时手边的词典。编撰词典是浩繁的系统工程。词典的使用者是人，模糊性是可以接受的；本体却要置于机器之中，精确性（包括模糊性的精确表达）是必要条件。构建仅有几个词语的本体非常容易，构建能支撑物联网（其最常用的词语也数目很大）实际运行的本体则是一个需要高度关注解决的问题。

4 物联网的归类

4.1 物联网与互联网应用

由道路联接多个站点形成的是“公路网”，在其上运送物品就是“物流网”，运送人员就是“客运网”。物流网和客运网是“公路网应用”。与此相仿，由光纤或微波联接多台计算机形成的是“互联网”，在其上传输信息而形成的“××网”则是“互联网应用”。

物联网的主性“产品信息互联网”指明其本质上是一种互联网应用，3 个属性“产品信息表示的电子标签形式”、“产品信息描述的标准化”和“产品信息读取的本体支持”则彰显其不同于其它互联网应用的区别性特征。

认识总是在比较中进行与深化。对物联网的深入剖析依赖于将其与主流的互联网应用的比较分析。迄今已与人类生活融为一体的互联网应用主要有 E-mail、即时通信、BBS、FTP、博客、Web、语义 Web、Web 服务、语义 Web 服务等。表 1 列举了目前主要的互联网应用各自所提供信息的表示形式、传输特点、与相近互联网应用的区别性特征，同时也附加了迄今尚未真正实现的物联网以期对比。

（下转第 65 页）

Transactions on Information and Systems Security, 2009, 12(4): 1-33

[6] 张帆,孙璇,马建峰,等. 供应链环境下通用可组合安全的 RFID 通信协议[J]. 计算机学报,2008,31(10):1754-1767

[7] Juels A, Pappu R, Parno B. Unidirectional key distribution across time and space with applications to rfid security[C]// 17th USENIX Security Symposium. San Jose: ACM, 2008: 75-90

[8] Deursen T, Radomirovic S. Attacks on RFID Protocols [EB/OL]. http://eprint.iacr.org/2008/310.pdf

[9] Han S H, Chu C H. Tamper detection in RFID-enabled supply chains using fragile watermarking[C]// IEEE International Conference on RFID. Las Vegas: IEEE, 2008: 111-117

[10] Coppersmith D, Krawczyk H, Mansour Y. The shrinking generator[C]// Proc. Advances in Cryptology. Berlin: Springer-Verlag, 1994: 22-39

(上接第 33 页)

表 1 主要的互联网应用(包括物联网)的特点

名称	信息形式	信息传输	区别性特征
E-mail	文本	点对点	C/S 结构、非实时
即时通信	文本	点对点	共享屏幕、实时
BBS	文本	公告	文本、讨论
FTP	文件	公告	文件、共享
播客	语音	公告	语音、共享
博客	超文本	公告	HTML、微型 Web
Web	超文本	公告	HTML
语义 Web	超文本	公告	XML、本体
Web 服务	应用程序	公告	WSDL
语义 Web 服务	应用程序	公告	OWL-S、本体
物联网	文本(产品信息)	公告	电子标签、标准化、本体

由表 1 可见,在互联网上所传输的信息,表示形式主要有文本、超文本、文件、语音和应用程序;传输形式主要分为点对点(point to point)和公告(publish)两种。物联网是"文本+公告",与 BBS、博客、Web、语义 Web 的形式相同(在此将超文本视为文本的一种功能增强)。物联网的内在规定性就在于其"文本"的特殊之处。

4.2 物联网之文本的特殊性

物联网之"文本":(1)内容仅限于产品信息。其它互联网应用的文本则可以表达信息提供者想传输的任何信息;(2)内容刻写于电子标签。其它互联网应用是将文本直接输入互联网,物联网则是先通过读取器采集已经刻写在电子标签中的文本信息再将之置于互联网上;(3)内容是标准化的。一方面作为实体的电子标签本身的可利用面积有限,能刻写于其上的文本只能是简洁意骇格式规范即格式标准化,另一方面构成文本内容的词语应是公认通用无歧义的即术语标准化;(4)内容撰写所用词语均源自本体。如同我们撰写文章所用到的每一个字都必须能在标准字典中查得到一样,提交给物联网的产品信息文本中的每一个特征词语都必须存在于至少一个本体之中。这样做,首先是采用了领域内公认的标准词语,其次是基于词语之间的关系机器可以读懂词语的语义。

4.3 物联网归类于语义 Web

在表 1 中,将物联网与其它互联网应用进行比照,与之最为相近的是语义 Web,二者的共同特征是基于本体,相异之处也有着密切的联系:(1)超文本与文本,超文本(hypertext)是含有若干可以进行超链接(hyperlink)词语的文本;(2)XML 与电子标签,XML 是支持信息智能处理的互联网语言,势必成为描述电子标签所载文本的首选;(3)无限定与标准化,标准化只是要遵守一些约定的规范。因为这 3 种联系均是包含关系,故可认为:物联网被归类于语义 Web,是其一种受限定的应用形式。

结束语 词语"物联网(internet of things)"的语义是"物品信息被互联的互联网",其指称的实体为"全球产品信息实时共享系统"。Internet of Things 更恰当的汉译应是"产品信息互联网"。物联网的主性就是"产品信息+互联网",3 个属性则是对这个"产品信息"的具体限定或约束:被刻写在电子标签上;表示格式与所用术语均是标准化的;选用本体中的领域通用词语写成。物联网可视为是语义 Web 的一种应用形式,也就是说,它是在语义 Web 的架构上实现产品信息的智能处理和全球共享。如此归类的意义在于,可以借鉴自 2000 年 T. Berners-Lee 提出语义 Web 构想以来学术界与实业界的研究成果和技术进展,以加速物联网的真正实现。

参 考 文 献

[1] Wikimedia Foundation Inc. Internet of Things: from Wikipedia, the free encyclopedia[EB/OL]. http://en.wikipedia.org/wiki/Internet of things

[2] International Telecommunication Union. ITU internet reports 2005: the internet of things[EB/OL]. http://www.itu.int/internetofthings

[3] 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

[4] Encyclopedia Britannica Inc. Encyclopedia Britannica[EB/OL]. http://www.britannica.com/EBchecked/topic/592140/thing

[5] 余雷. 基于 RFID 电子标签的物联网物流管理系统[J]. 微计算机信息,2006,22(1/2):233-236

[6] 金岳霖. 知识论[M]. 北京:商务印书馆,2004

[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):2514-2517

[8] Urien P, Nyami D, Elrharbi S, et al. HIP tags privacy architecture [A]// Proceedings of 3th International Conference on Systems and Networks Communications (ICSNC)[C]. 2008: 142-147

[9] Urien P, Chabanne H, Bouet M, et al. HIP-based RFID networking architecture[A]// Proceedings of IFIP International Conference on Wireless and Optical Communications Networks (WOCN07)[C]. 2007: 1-5

[10] Auto-ID Center. The Auto-ID Savant specification 1.0 [EB/OL]. http://www.epcglobalinc.org/