

# 中欧物联网标识白皮书

## (2014年)

工业和信息化部电信研究院

2014年11月

---

## 版权声明

---

本白皮书版权属于工业和信息化部电信研究院,并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的,应注明“来源:工业和信息化部电信研究院”。违反上述声明者,本院将追究其相关法律责任。

---

## 前言

工业和信息化部电信研究院与欧洲物联网研究总体协调组联合牵头发表《中欧物联网标识白皮书》旨在与业界同仁分享在物联网标识领域的研究成果。

在中欧物联网咨询专家组指导下，本白皮书是中欧双方物联网专家们共同努力的成果，梳理了中国和欧盟在物联网标识技术领域的发展及应用情况，提出了当前发展所遇到的共同挑战，并对未来方向进行了展望。首先，本白皮书界定了物联网标识的概念和相关技术的研究范畴，包括物联网标识命名、寻址和发现技术。其次，本白皮书总结了物联网标识技术在中国和欧盟的发展及应用现状。此外，本白皮书提出了一系列针对物联网标识技术未来发展和演进所面临的挑战，以及现有的一些解决方案。最后，本白皮书讨论了未来物联网标识技术的发展方向，旨在解决现有物联网标识技术所面临的困难和挑战，包括：不同标识技术之间的兼容和互操作，寻址和发现机制中的安全及移动性处理等。

关键词：物联网标识，命名，寻址，发现，IPv6，CID，Handle/DOI，RFID，OID，Ecode，EPC，DNS，ONS，语义

---

# 目录

一、	缩略语和定义 .....	1
(一)	缩略语 .....	1
(二)	定义 .....	3
二、	物联网标识概述 .....	5
(一)	物联网标识概念 .....	5
(二)	物联网标识体系 .....	6
(三)	物联网标识技术 .....	6
(四)	物联网标识的典型领域 .....	8
三、	中欧物联网标识发展现状 .....	11
(一)	中国的物联网标识发展现状 .....	11
(二)	欧盟的物联网标识发展现状 .....	18
四、	中欧物联网标识发展面临的挑战 .....	26
(一)	发展面临的挑战 .....	26
(二)	现有解决方案 .....	28
五、	中欧物联网标识技术演进的建议及展望 .....	32
(一)	加快 IPv6 技术在物联网应用中的开发和部署 .....	32
(二)	推进网络化的物联网标识命名、寻址和发现服务 .....	32
(三)	验证大规模物联网环境下的语义技术 .....	32
(四)	增强物联网标识发现服务中的移动性处理 .....	33
(五)	解决物联网标识服务所涉及的安全问题 .....	33
(六)	提供物联网标识服务的统一查询 .....	33
六、	参考文献 .....	35



## 一、 缩略语和定义

### （一） 缩略语

缩写	全称	含义
AMI	Advanced Metering Infrastructure	高级计量架构
ANCC	Article Numbering Center of China	中国物品编码中心
AutoID	Automatic Identification	自动识别
CASAGRASS	Coordination and Support Action for Global RFID-related Activities and Standardization	全球 RFID 相关活动和标准化的协调支持行动
CATR	China Academy of Telecommunication Research	工信部电信研究院
CDI	China Digital Innovation Technology Co., Ltd	北京中数创新技术有限公司
CESI	China Electronic Standardization Institute	中国电子标准化研究院
CHC	Corporation for Handle Services in China	Handle 中国中心
CNIC	Computer Network Information Center, Chinese Academy of Sciences	中国科学院计算机网络信息中心
CNNIC	China Internet Network Information Center	中国互联网络信息中心
CNRI	Corporation for National Research Initiatives	美国国家研究推进机构
CID	Communication Identifier	通信标识
COC	Country/Organization Code	国家和组织机构代码
DNS	Domain Name System	域名系统
DNS-SD	Domain Name System – Service	域名系统-服务发现

	Discovery	
DOA	Digital Object Architecture	数字对象架构
DOI	Digital Object Identifier	数字对象唯一标识符
DONA	Digital Object Numbering Authority	数字对象编码规范机构
EC	European Commission	欧盟委员会
Ecode	Entity Code	物品统一编码
ENUM	Telephone Number Mapping	电话号码映射
EPC	Electronic Product Code	电子产品代码
EPIC	European Persistent Identifier Consortium	欧盟持久标识符联合会
ETIRI	Electronic Technology Information Research Institute, MIIT	工信部电子科学技术情报研究所
EU	European Union	欧盟
GHR	Global Handle Registry	全球标码注册机构
GHS	Global Handle Service	全球标码服务
HS	Handle System	标码系统
IERC	European Research Cluster on the Internet of Things	欧洲物联网研究总体协调组
ISTIC	Institute of Scientific and Technical Information of China	中国科学技术信息研究院
IoT	Internet of Things	物联网
ISO	International Standardization Organization	国际标准化组织
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol	轻量目录访问协议
MAC	Media Access Control	介质访问控制
mDNS	Multicast DNS	组播 DNS
NIC	Network Interface Card	网络接口卡
NSC	Naming System Code	命名系统代码
MPA	Multi-Primary Administrator	并联顶级前缀管理机构



OGC	Open Geospatial Consortium	开放地理空间联盟
OID	Object Identifier	对象标识符
ONS	Object Naming Service	对象名字服务
POS	Point of Sale	销售终端
QR	Quick Response Code	快速响应代码
RFID	Radio Frequency Identification	射频识别
SCM	Supply Chain Management	供应链管理
UUID	Universally Unique Identifiers	通用唯一标识符
UPC	Universal Product Code	通用产品代码
URI	Universal Resource Identifier	通用资源标识符
URL	Uniform Resource Locator	统一资源定位符
URN	Uniform Resource Name	统一资源名称
WFS	Web Feature Service	网页要素服务
WGSN	China Standardization Working Group on Sensor Networks	国家传感器网络标准工作组
WMS	Web Map Service	网页映射服务
WoT	Web-of-Things	物品万维网

## （二）定义

**实体对象：**在现实世界中存在的可触摸得到、有形的实体。

**虚拟对象：**在虚拟环境中的某种数据抽象或映射。

**联网对象：**任何联网的实体对象或虚拟对象。

**物联网对象标识：**用于识别物联网中被感知的物理或逻辑对象

**物联网通信标识：**用于识别物联网中具备通信能力的网络节点。

**物联网应用标识：**用于对物联网中的业务应用进行识别。

**物联网标识命名技术：**物联网标识的编码结构设计和分配原则规划，及其全生命周期的申请、分配和回收等管理过程。

**物联网标识寻址技术：**不同物联网标识之间相互进行映射的过程。

**物联网标识发现技术：**基于物联网标识服务，定位和搜索物联网资源的过程。

## 二、 物联网标识概述

### （一） 物联网标识概念

物联网利用互联网技术将唯一可标识的对象联通起来，同时基于联网对象（实体对象或虚拟对象）的交互与协作对外提供服务。因此，用来唯一区分不同联网对象的物联网标识技术是开发、部署和运行大规模物联网应用和服务的先决条件。

对于实体对象进行标识的理念，已经广泛应用到现实世界当中，例如台式电脑、服务器、移动设备、联网设备（路由器、交换机、集线器等）、网络接口卡、智能仪表、传感设备、执行元件、RFID 读取器、应用网关等。这些实体都与某种标识相关联，如主机名、IP 地址或者通用资源标识符（Universal Resource Identifier, URI）。此外，标识当中还可能包含更多的属性信息，用于说明实体对象之间的关联性。

与此同时，其它一些技术则可以用来标识虚拟对象，比如计算过程、软件、服务、数据等。例如，可以通过统一资源定位符（Uniform Resource Locator, URL）来标识网络服务，通过数字对象唯一标识符（Digital Object Identifier, DOI）来标识文档或其他数字出版资源。

未来，物联网服务和应用必将得到大规模的推广，实体对象和虚拟对象需要实现更加灵活、透明的交互，这就要求物联网标识技术能够对上述联网对象进行更加便捷、有效的唯一区分。现有的物联网标识技术已经能够提供一系列解决方案，并且在一定范围内进行了开发

和部署。然而，面对大规模的物联网环境，为支持海量对象的互联互通，物联网标识技术仍然面临诸多挑战。

## （二）物联网标识体系

基于识别目标、应用场景、技术特点等不同，物联网标识可以分成对象标识、通信标识和应用标识三类：

**物联网对象标识：**用于识别物联网中被感知的物理或逻辑对象

**物联网通信标识：**用于识别物联网中具备通信能力的网络节点。

**物联网应用标识：**用于对物联网中的业务应用进行识别。

表 1 将一些常用的物联网标识按照上述分类进行了举例：

表格 1：物联网标识分类

物联网标识分类	举例
物联网应用标识	URI, DOI
物联网通信标识	IPv4、IPv6、E.164
物联网对象标识	EPC, UPC, Handle/DOI, UUID, MAC, URI, URL

目前，上述物联网标识已经得到许多应用，例如，基于 6LoWPAN 技术的能源管理应用使用 IPv6 地址作为通信标识[RFC6775]，物流应用中广泛采用条码作为对象标识。因此，该分类方法不仅能够说明标识的适用范围，并且说明了各种标识的功能。

## （三）物联网标识技术

物联网标识的相关技术包括，物联网标识命名、寻址和发现。

## 1. 物联网标识命名技术

### (1) 研究范畴

物联网标识命名主要包括物联网标识的编码结构设计和分配管理过程。首先,不同的国家、地区或组织,将根据实际需求,对物联网标识进行编码结构设计,当前主要存在层次式和扁平式两种设计理念。其次,标识管理机构将研究制定合理的分配原则,并负责标识全生命周期的申请、分配和回收等管理操作。

### (2) 典型案例

供应链管理,信息的可追溯对于实现供应链管理至关重要。例如,在食品安全领域,为了发现有缺陷或者不安全的产品,我们需要追溯、查询产品的时间、位置等历史信息。上述信息往往分散于生产厂商、物流服务商和零售商等各个环节,为了能够实现信息的统一检索,因此需要物联网标识命名技术对产品进行唯一的区分。

## 2. 物联网标识寻址技术

### (1) 研究范畴

物联网标识寻址是指不同物联网标识之间相互进行映射的过程。域名服务(Domain Name System, DNS)是互联网中最主要的寻址服务,将人容易识读的域名映射为机器可读的地址。物联网中的标识寻址服务功能更加丰富,不仅能够提供从对象标识到通信表示的映射,还能够提供对象标识到应用标识、通信标识到应用标识等的映射。

### (2) 典型案例

能源管理。能源的智能化管理,需要使用智能仪表对能源的消耗情况进行监测和统计。如果能够为每个智能仪表分配一个可寻址的IPv6地址,可则将其进行联网,并实现能源消耗的实时查询和操作。

### 3. 物联网标识发现技术

#### （1）研究范畴

物联网标识发现是指基于物联网标识服务，定位和搜索物联网资源的过程。在大规模物联网应用系统中，海量的物联网资源被联通在一起，这种关联性可以反应联网对象之间的关系和依赖程度。物联网标识发现技术，借助这种关联性可以实现灵活有效的物联网资源定位和搜索，打破固定配置的局限性。

当前，根据发现目标的粒度或应用场景不同，物联网标识发现技术可以分为网络层的节点发现和应用层的服务发现两类。而这两类技术都要依赖于资源目录的自动注册和更新。区别于互联网发现技术，面向物联网当中的海量资源，效率和性能是物联网标识发现技术必须考虑的重点。

#### （2）典型案例

监控城市地区的污染水平对于公民和政府部门而言都很重要，他们都努力要避免空气污染对人类健康的危害性影响。现在，我们可以部署一系列不同的空气污染传感器，它们能够提供一些参数的信息，比如二氧化氮、二氧化碳、一氧化碳、甲烷、臭氧等。为了动态访问和计算某个给定城市区域中的空气污染参数（比如社区、街道），我们需要发现对应监控目标区域内的传感器参数。物联网发现技术可以从两个维度进行资源定位和搜索：目标区域（比如通过经度、纬度、半径）和该监控任务的传感器类型及参数。

#### （四）物联网标识的典型领域

本节将举例介绍物联网标识在不同领域进行应用的典型案例：

## 1. 能源管理应用

现有的能源管理应用（智能电网、分布式可再生能源网络等）需要从各类别的感知设备当中获取相关信息，例如智能仪表、基站等。借助于物联网标识，可以实现相关设备信息进行收集、定位和检索。不同规模的能源管理应用（例如智能家庭、智能大楼、智能街道、智能城市等），通常采取不同的物联网标识技术。对应大规模的应用系统，IPv6 提供了巨大的地址空间，支持动态路由且提供可靠的通信以及数据管理功能，具有完善的标准体系，例如 IEEE 802.15.4g, IETF 6LoWPAN, IEEE1901.2 等。

## 2. 供应链管理应用

智能化的供应链管理系统通常会基于 RFID 等自动化标识技术（Automatic Identification, AutoID），在标签中采用 UPC、GS1 EPC、uicode 等物联网标识来唯一区分物品，记录物品过去和当前的位置、状态等信息，从而实现物品的定位和追踪，以提高供应链管理的透明化和效率。供应链管理是当前物联网应用的重点领域。

## 3. 智慧城市应用

在智慧城市建设过程当中，物联网技术已经被广泛应用于城市的各个方面，以提升城市的综合服务能力，典型应用包括：智能停车、交通管理、道路监控以及智能交通等。在这类智慧城市应用当中，物联网标识与自动化信息采集技术相结合，以综合解决动态资源的查询和管理。

## 4. 国防和移动性应用

大部分的国防和移动性应用都涉及到地理空间信息，处理固定设

备、人员、物品等目标对象的相关信息。以开放地理空间联盟（**Open Geospatial Consortium, OGC**）的现有标准为例，通常使用统一资源标识符来区分和管理相应的地理空间目标对象及信息。



### 三、 中欧物联网标识发展现状

#### （一） 中国的物联网标识发展现状

##### 1. 物联网标识命名技术

采用国际通用编码标准和分配管理原则，电子产品编码（Electronic Product Code, EPC）、IP 地址、E.164 号码[ITU-T\_R\_E.164]、统一资源标识符和统一资源名称（Uniform Resource Name, URN）等标识命名体系，已经在中国的物流管理、M2M 设备管理等物联网领域得到了具体应用。2013 年工业和信息化部电信研究院发布的《物联网标识白皮书》已经对相应情况进行了详细介绍。本部分将结合物联网标识应用的新发展需求，对标识命名技术在中国的最新发展情况进行讨论，包括 CID、Ecode、Handle 和 OID 标识。

##### （1） 通信标识符

通信标识符（Communication Identifier, CID）是工信部电信研究院提出的一套面向公众用户的物联网标识命名管理系统，提供了 CID 标识的分配、管理、存储和查询等服务。CID 标识的标码结构由兼容域、类型域、信息域三个部分组成。其中兼容域和类型域为可选字段，信息域为必选字段。

表格 2：CID 编码结构

兼容域	国家和组织码（8 比特）	
	标识体系编码（8 比特）	
类型域	编码类型（4 比特）	资源类型（4 比特）
	行业类型（8 比特）	
信息域	信息域	

CID 标识编码结构的兼容域可以实现对国内外现有各种物联网

标识服务方案的兼容,并有效区分不同的物联网标识服务体系。其中,国家和组织码占 8 比特,用于区分不同的国家或者标准化组织;标识体系编号占 8 比特,用于区分同一个国家或者标准化组织内存在的多种不同标识服务体系。

**CID** 标识编码结构的类型域可以有利于实现对物联网标识的高效管理和统计分析,有效区分标识在实际使用中的编码结构、标识对象以及应用领域。其中,编码类型占 4 比特,用于指定 **CID** 标识信息域部分所采取的数值进制和编码长度;资源类型占 4 比特,用于指定被标识的物联网资源的类型,如:条码、**RFID**、传感器、**M2M** 设备等;行业类型占 8 比特,用于指定标识的应用领域,如:农业、制造业、信息产业等。

**CID** 标识编码结构的信息域用于指定被标识物联网资源的身份、属性等详细信息。

## (2) 物品统一编码

物品统一编码 (**Entity Code, Ecode**) 是中国物品编码中心提出的用于标识物联网标识体系中任意物品的统一的、兼容的编码方案,该方案规范了 **Ecode** 标识的编码数据结构与分配原则。**Ecode** 标识的编码数据结构由版本、编码体系标识和主体代码三个部分组成。不同的版本决定了编码体系标识和主体代码的长度不同。

**Ecode** 标识编码数据结构的版本用于区分不同数据结构的物品统一编码,版本长度为 4 比特。版本由物联网统一编码管理机构统一分配。

**Ecode** 标识编码数据结构的编码体系标识用于指示某一标识体系的代码。根据版本的不同,编码体系标识长度可以为二进制 8 比特、十进制 4 位、十进制 5 位等。编码体系标识由物联网统一编码管理机

构统一分配。

**Ecode** 标识编码数据结构的主体代码用于指示某一行业和应用系统中的标识代码。主体代码的结构及分配由某一编码体系的管理机构自行管理和维护。某一编码体系的管理机构在申请编码体系标识时应向物联网统一编码管理机构备案。

表格 3: Ecode 编码结构

物联网统一编码			备注	
版本	编码体系标识	主体代码	最大总长度	代码类型
Ecode-V0	(0000)2	≤244 比特	256 比特	二进制
Ecode-V1	1	≤20 位	25 位	十进制
Ecode-V2	2	≤28 位	33 位	十进制
Ecode-V3	3	≤39 位	45 位	字母数字型
Ecode-V4	4	不定长	不定长	Unicode 编码
(0101)2~(1001)2	预留			
(1010)2~(1111)2	禁用			
注 1: 版本和编码体系标识定义了主题代码的结构和长度				
注 2: 最大总长度为版本的长度、编码体系标识的长度和主体代码的长度之和				

### (3) 数字对象唯一标识符

数字对象标识系统（Handle System, HS）作为一种通用的名称服务系统，以 Handle 作为数字对象的唯一标识，能够为网络中的数字对象提供永久标识、动态链接和安全管理等基础服务。Handle 已经作为数字对象体系（Digital Object Architecture, DOA）的一部分，提供不同系统、进程和信息资源之间互联互通的基础信息服务。在国际电信联盟的监管下，数字对象编码规范机构 DONA 负责 Handles 全球服务（Global Handle Registry, GHR）的运行，并发展建立了一组多主根服务器管理机构（Multi-Primary Administrator, MPA）。每个 MPA 将分别运行一个全球的主根服务，可以创建 Handle 前缀（Global

Handle Service, GHS), 并对其进行管理。工业和信息化部电子情报研究所代表中国积极参与了 DONA 组织的筹备过程, “Handle 中国中心”(CHC) 成为全球五家标码顶级管理机构之一, 运行标码全球主根服务, 负责中国及亚太区的标码系统运营及管理。

#### (4) 客体标识符

客体标识符(Object Identifier, OID) 是与对象相关联的用来无歧义地标识对象的全局唯一编码, 由 ISO/IEC 和 ITU 共同推荐。使用 OID 可统一现有各种编码方案, 实现物联网产品的全球交换。当前, OID 标识已经成功使用在许多物联网应用领域, 例如信息安全、电子健康服务、网络管理、传感器网络和 RFID。中国 OID 注册中心, 负责中国范围内 OID 标识顶弧{ISO arc (1.2.156)}和{ Joint-ISO-ITU arc (2.16.156)}下节点及其分支节点的注册、管理、维护和国际备案。自 2007 年中国 OID 注册中心建立至今, 已有 100 余家物联网企业和科研机构申请注册 150 余条顶弧 OID 标识。国家传感器网络标准工作组标识项目组, 参与组织 OID 标识的国内标准制定工作。在 OID 标准化工作方面, 中国已发布 12 项国家标准并新立项 14 项国家标准。ITU-T X.oid-iot 研究报告《OID 在物联网中的使用指导意见》由中国起草, 并且广泛应用在不同应用领域, 例如农业、公共健康和林业等。

## 2. 物联网标识寻址技术

本报告将重点讨论标识解析系统在中国的最近发展情况, 包括 DNS 和 Handle 标识解析系统。

### (1) 域名系统

域名系统是目前互联网中最主要的标识寻址系统。它将容易记忆的域名翻译为可在全世界范围内定位计算机服务和设备的数字化 IP 地址, 能够使人们更加方便的访问互联网。考虑到 DNS 服务的成熟

性和稳定性，许多物联网标识的寻址服务均基于 DNS 原理进行设计，或者直接采用 DNS 基础设施进行构造和改进。例如，EPCglobal 网络中所使用的 ONS 标识服务，就是基于 DNS 来提供 GS1 标识及其关联数据和服务的映射。

在中国，中国互联网络信息中心（China Internet Network Information Center, CNNIC）长期负责“.CN”顶级域等国家网络基础资源的运行管理和运营服务。CNNIC 所拥有的国家顶级域名服务平台，在国内外拥有 30 个分布式节点，日均 DNS 查询量在 20 亿次左右，对外提供可用性 100% 的域名解析服务和 99.99% 以上的域名注册及查询服务。

基于在 DNS 领域多年的研究积累和运维经验，中国科学院网络信息中心（Computer Network Information Center, Chinese Academy of Sciences, CNIC）完成了中国物联网标识解析根节点的建设。并通过项目合作等形式，为上海市、重庆市、广东省等物联网应用产业基地的智慧城市、智能家电、市场安监等领域提供物联网标识解析服务。为了支持物联网应用的互连互通，实现物联网资源的集中化部署开发，确定了物联网的国家级根域“.NIOT.CN”，为国内的物联网标识提供根解析服务。

此外，为了更好的推动 DNS 技术在标识寻址方面的理论研究和产业应用，中国科技部、发展和改革委员会先后资助了一系列的相关项目。2009 年，在 CNGI 项目“下一代互联网可信域名服务系统产业化”的支持下，CNNIC 在全球建立 10 个 CN 顶级节点，加强了全球 DNS 系统的互联互通性，提高了 DNS 解析性能。此外，该项目实现了 CN 顶级域名服务平台全面支持 IPv4/IPv6 双栈的解析服务，为 IPv6 地址在物联网领域的应用提供契机。2009 年，在国家自然科学

基金重点项目“未来互联网体系理论及关键技术研究”的支持下，北京交通大学张宏科教授探索了未来互联网体系下服务标识和连接标识解析映射理论。2012年，在国家自然科学基金面上项目“物联网寻址关键技术研究”的支持下，南京邮电大学的孙知信教授对物联网标识寻址中的性能以及安全等问题进行了研究，特别是在受限网络中的标识寻址问题。

## (2) 标码系统

数字对象标识 Handle 的寻址系统定义了一个层次化的服务模型。在中国，Handle 系统已经成熟应用于数字图书馆、数字博物馆、数字出版等领域。工业和信息化部电子科学技术情报研究所 (ETIRI)、中国互联网络信息中心 (CNNIC)、中国科学技术信息研究所 (ISTIC)、北京航空航天大学等科研机构 and 高校都对 Handle 寻址技术的应用和推广做出了积极贡献。2006年，中国教育部资助惠普公司、北京航空航天大学等单位开展了中国数字博物馆建设项目，目标是创建一个大规模数字博物馆联盟，涵盖 100 所高校的博物馆藏品。该项目采用 DSpace 系统存储博物馆数字化内容，使用 Handle 系统对博物馆资源进行唯一标识，同时用于定位可能存在于其他 DSpace 实例中的拷贝。2007年-2010年，中国科技部资助的国际科技合作项目“建立中国数字对象唯一标识符体系的研究与应用”与 (Corporation for National Research Initiatives, CNRI) 合作开展了数字权益管理方面的研究，建立了基于 DOI/Handle 的数字权益管理框架原型，主要思想是利用 Handle 系统技术的安全性和分布式功能，以及标准的 Web 服务接口和权利元数据定义，支持内容权利的注册和发现。当前，工业和信息化部电子科学技术情报研究所正探索促进 Handle 系统在国内食品药品安全溯源、设备全生命周期管理等物联网领域的标识应用。

### 3. 物联网标识发现技术

#### （1）在物品万维网中的资源发现

随着物联网各类联网设备的广泛使用，通过统一方式访问联网设备的数据变得愈发困难。物品万维网（Web of Things, WoT）利用 Web 的设计理念和技术，将物联网网络环境中的联网设备抽象为资源和服务能力连接到 Web 空间，使得物联网上的联网设备和业务更容易接入与访问，在 Web 层面实现融会贯通

2012 年新一代宽带无线移动通信网重大专项“基于 Web 的无线泛在业务环境体系架构、关键技术与演示验证”，定义了基于 WoT 技术的互联互通接口规范，使得不同系统的传感器数据能够以统一的消息流程和格式在 WoT 业务平台上交互信息；实现了该接口规范的功能模块被称之为 WoT 业务中间件（或者是 WoT 适配器），负责对感知延伸网络、泛在网终端、网络和业务层中可以开放的资源（包括数据和能力）进行抽象和开放。在该项目研究工作基础上，发布了两项 ITU-T 建议书《ITU-T Y2063》与《ITU-T Y2066》，作为项目输出。

《ITU-T Y2063 建议书》提供了一个物品万维网的框架。该建议书对物品万维网进行了整体描述，指明了用来支持物品万维网的组件。此外，该建议书说明了物品万维网的功能架构及部署模式。

《ITU-T Y2066 建议书》介绍了物联网的通用要求。这些通用要求是基于物联网当中的通用用例，按照[ITU-T Y.2060]给出的物联网定义进行构建的。物联网的通用要求独立于所有特定的应用域，涉及经济、商业、社会或行政范围上的知识或活动领域，比如交通应用域、医疗应用域。通用要求也可以分类成如下类别：非功能性要求、应用支持要求、服务要求、通信要求、设备要求、数据管理要求，以及安

全和隐私保护要求。

## （2） M2M 环境当中的设备抽象

设备抽象化指的是设备模式化和资源参数模式化的过程。为了保护不同设备的差异性，本体技术可以使用到模型上，并描述这些设备。在设备抽象的基础上，设备和服务之间的互操作，就可以相对容易地得到实施，这也包括设备自发现、设备自解析、设备自整合、服务发现和服务通告。2014 年新一代宽带无线移动通信重大专项将“通用 M2M 的设备抽象和语义标准化”作为重要的研究课题。

## （二） 欧盟的物联网标识发展现状

### 1. 物联网标识命名技术

针对不同类型的物联网应用，欧盟各成员组织经过深入研究，提出并采用了一系列的标识技术，包括 IPv6、UPC、DOI/Handle 等。这些标识技术都得到了欧盟各组织研发架构的支持。除此之外，欧盟还资助了一系列物联网研究项目，旨在找到整合方案，以求能够跨越多种标识技术之间实现互联互通。沿着这个方向，欧盟委员会正在资助欧洲物联网研究总体协调组（European Research Cluster on the Internet of Things, IERC）的一些项目，它们开发和验证了几种和物联网标识命名机制相关的创新性解决方案。下面，我们将对欧洲物联网标识命名技术的现状以及未来展望做一个详细的介绍。

织研发架构的支持。除此之外，欧盟还资助了一系列物联网研究项目，旨在找到整合方案，以求能够跨越多种标识技术之间实现互联互通。沿着这个方向，欧盟委员会正在资助欧洲物联网研究总体协调组的一些项目，它们开发和验证了几种和物联网标识命名机制相关的创新性解决方案。下面，我们将对欧洲物联网标识命名技术的现状以



及未来展望做一个详细的介绍。

### (1) IPv6

欧盟委员会已经意识到了 IPv6 技术的重要性，并在过去十年间采取了一系列的措施来鼓励加快 IPv6 部署。但是同 IPv4 网络的部署情况相比较，IPv6 的部署数量仍然不多（例如谷歌 IPv6 网站统计的最近数据显示，2011 年 6 月 IPv6 网络规模占到 2%，但时至今日也只有 4.5% 左右）。而且，IPv6 一般都是在核心网中，而接入网部分的 IPv6 普及率仍然很低。因此，欧盟委员会已经将 IPv6 的采纳议题加入到《欧洲 2010-2020 数字化议程》当中。具体而言，该数字化议程强调公共机构支持 IPv6 部署的重要性（第 89 项行动），以及加速升级互联网 IPv6 的必要性（第 97 项行动）。

同时我们也可以注意到，虽然已有的 IPv6 架构并不是主要用来支持物联网应用。但是 IPv6 的迅猛发展以及欧盟委员会的大力推进，都让它变成一个更加适合于物联网的架构。从 2008 年开始，瑞士研发的 UDG 项目就将虚拟 IPv6 地址映射为唯一对象标识符 OID 来标识各种采用 KNX、ZigBee 或者 X10 等传统通信协议的联网设备。这一方式也在其它几个欧盟项目中得到了验证，比如 IoT6，BUTLER，Ebbits 以及 IoT Lab 等，进一步展示了 IPv6 以及相关技术（比如 6LoWPAN, RPL[RFC6550], CoRE [RFC6650], COAP [RFC7252]）可以如何支持我们对物联网应用的整合，也包括那些含有非 IPv6 传感器和设备的物联网应用。国际合作基金会和北京邮电大学也成功地使用了 IPv6 地址作为全球化对象标识符 OID，对分散部署在中欧物联网联合测试基地的传感器进行统一的简化获取[Ziegler01]。类似地，IPv6 也被用于 IoT Lab 项目中整合欧洲的几个 FIRE 未来网络测试平台，用来统一其各自设备的寻址和唯一标识。

### (2) 数字对象唯一标识符

**Handle** 系统是一个通用的分布式信息系统，提供高效、可扩展、安全的标识符和解析服务[Kahn06]。作为 **Handle** 系统的创立者，美国国家研究推进机构正在加紧和国际电联（ITU）展开合作，推进 **Handle** 系统在更广范围内的使用。

最初起源于对电子文档标识和管理的 **Handle** 系统以及 **DOI**，作为唯一标识的潜力已经在欧洲得到认可。例如，欧洲共同体出版物办公室以及欧洲多语种 **DOI** 登记机构，就将其应用到欧盟委员会的文档管理中。欧盟持久标识符联合会（European Persistent Identifier Consortium, EPIC）也采用了 **Handle** 系统来管理科学研究数据集。虽然 **Handle** 系统最初的研发主要是针对数字文档，但是后来逐渐演化成为一个更为通用的系统，支持多种对象类型，而不仅仅只是数字文档。它是一个全球范围的分布式系统，在性能、弹性和可扩展性等方面具有优势，已经被国际电联通过推荐标准 X.1255[X1255]进行标准化。最近，欧盟的 IoT6 项目正在研究将 **Handle/DOI** 用于持久标识符管理，以及对物联网信息进行可升级和安全的管理。

### （3）条形码和射频识别码

在欧洲，条形码、**RFID** 等自动化标识技术已经得到广泛应用。其中，条形码技术及其应用已经非常成熟，大部分成本都在耗材上，还有一小部分成本是打印机和扫描仪。而对于 **RFID** 而言，大部分的成本仍然是硬件，其它也包括服务和软件的组合。这两项技术的年增长率很不同，比如条形码的年增长率是大概 7%，而 **RFID** 则是 14%。面对着如此巨大的市场，我们如果想要发展物联网，就必须要考虑上述两项自动化标识技术。尤其值得注意的是，**RFID** 及其技术架构研究已经在欧洲被承认是物联网的先驱 [Santucci09]。

从欧洲内部的普及率来看，欧洲五大国（德国、法国、意大利、

西班牙和英国）中，有 17.7% 的公司（遍布制造业、交通业以及零售业）在 2007 年的时候，就已经实施或者试点了 RFID（来源：IDC 欧洲垂直市场调查）。制造和物流是两种采用该技术最多的行业，而零售业则落后一步。在欧洲，最突出的 RFID 应用是公共交通，已经在大部分的欧洲大城市都得到了应用 [JRC-RFID10]。同时，RFID 在物流和供应链管理行业也都还有巨大的增长潜力，单品级的标识将会带来新一轮 RFID/AutoID 市场大爆发。

欧盟组织也在 RFID 市场中占有重要的一席之地，遍布大部分的 RFID 价值链，包括芯片、标签制造商以及系统整合商 [IDTechEx-Das-08]。而且，欧盟也投资了好几个和 FP7、ICT-PSP 计划有关的研发项目，让 RFID 在多个行业中得到部署，同时也调研了技术、商业、隐私、安全和标准等一系列范围广泛的议题。此外，欧盟委员会的行动还包括：（a）设立了一个欧洲 RFID 项目总体协调组（CERP），包括几个成员国和欧盟范围内的 RFID 项目组，是欧洲物联网研究总体协调组（IERC）的前身；（b）资助了两个协调和支持行动计划（即 CASAGRAS “全球 RFID 相关活动和标准化的协调支持行动”，以及 GRIFS “全球 RFID 互操作性标准论坛”），这两个行动计划支持对欧洲范围内有关 RFID 的政策制定展开协调，并推动各成员单位对 RFID 标准制定展开合作。同时，欧盟委员会还资助、启动了 RFIDinEurope，创立了一个对所有欧洲利益相关人都有利的联合平台，致力于 RFID 的发展、采纳和使用。上述企划和支持行动也致力于推动我们从 RFID 转型到物联网。

RFID 应用主要是根据 ETSI 的几项标准进行规范，而 GS1 的相关标准主要用于实施供应链管理和可追溯性领域之内的应用。后者的制定，是基于欧洲利益相关者的反馈而成，比如 CIMO（欧洲新鲜农

产品进口商协会)以及 CIAA(欧洲食品和饮料行业联合会)。

欧洲最近的部署倾向于将 RFID 标识符和其他类型的 AutoID 标识技术整合到一起,比如条形码和快速响应代码。所以,物联网服务不见得会要求所有标识符(比如条形码)都要使用某种单一的格式。

#### (4) 通用资源标识符和通用唯一标识符

有一些物联网应用也借助指定的 URI 来标识物联网对象和资源。典型案例可以参考欧洲物联网研究总体协调组、欧盟委员会共同资助的一些研发项目,比如 iCore, OpenIoT, IoT@Work 以及 ebbits 等。这些项目中使用到的 URI 标识符类型,主要取决于所用资源的物联网模型(比如 RDF/本体)。其它一些项目也采用 UUID 来定义其它类型的唯一标识符。

URI 让不同的应用整合多个标识解决方案(比如 EPC 和 IPv6)。对于特定场景的应用而言,这样的整合是非常重要的。因为在这些应用中,往往存在异构的物联网应用系统,使用了不同的标识技术。

#### (5) 具体行业中的标识说明

除了使用一些各行各业和各个地区都要用到的标识系统之外,某些特定行业会制定一些特殊的规范性标识说明,要求人们遵守,以此来实现可操作性以及/或者规模经济效应。比如,欧盟“FI-SPACE 项目”在食品供应链中展开试验,探索了针对动物标识的标准和规范 [FI-SPACE-D500.4.1],形成国际标准《ISO 11784:基于 RFID 技术的动物标识编码结构》。这些标准与 RFID 技术以及 GS1 标识系统一起使用。

## 2. 物联网标识寻址技术

欧洲的物联网寻址技术是和目前的命名和管理技术一起部署的。如此一来,人们就可以用不同的标识技术来进行命名服务。

## (1) 域名系统

DNS 系统可用于命名寻址服务, 作为通用 IPv6 基础设施的有机组成部分。针对物联网命名的具体解决方案, 一些欧盟项目也展开了研究。比如 FP7 IoT6 项目开发了一个解决方案, 用组播 DNS (Multicast DNS, mDNS) 来发现本地资源, 而使用基于分布式哈希表技术的 DNS-SD 服务来检索全球资源。IoT6 的这一解决方案也适用于 IPv6 的传感器集群。

## (2) 对象命名服务

对象命名服务 (Object Name Service, ONS) 通常是和 GS1 标准组织提出的 EPC 标识符 [RFC5134] 一起使用。ONS 的数据库和检索功能都是基于 DNS 系统构建的。它能根据 EPC 标识符查询物品对应的信息服务器的地址。GS1 自从 2008 年起就一直在运行欧洲的 ONS 根平台, 由 GS1 向在 EPCglobal 网络中进行订阅的欧洲客户提供服务。ONS 服务通常作为企业信息系统的一部分进行部署, 或者是其它的欧盟研究项目, 主要用于物流和追溯等应用领域。

## (3) 标码系统

全球标码注册机构的实例许多本地 handle 服务一起都部署在欧洲。这些实例为欧洲的 Handle 系统部署以及 DOI 处理机构提供命名服务。FP7 IoT6 项目就和美国国家研究推进机构合作, 支持 Handle 系统演进到 IPv6。

## (4) 基于本体的命名服务

物联网命名的另一个发展方向就是通过构建通用本体以及语义连接层, 把使用不同标识符的物联网应用系统联系在一起。不同的物联网资源和标识符映射到一个通用的本体之上, 该本体就是命名服务的基础。这一方法是基于元语义目录结构, 让我们能够根据通用本体

来管理、分配和使用物联网标识。该解决方案会增加额外的成本，即在语义层面上要标注出物联网资源（比如对象和服务），这就是我们想要在不同物联网系统之间实现基本语义互操作性所要承担的成本。

### (5) 其他命名系统

在欧洲，有一些物联网应用系统也用到了传统的标识命名和寻址机制，以此来提供主流的目录服务，比如轻量目录访问协议[RFC4514]、CoAP 资源目录以及通用唯一标识符等。基于 CoRE Link Format [RFC6690]协议，受限的网络服务器能够描述主机资源、属性以及连接之间的其它关系。

## 3. 物联网标识发现技术

上述的大部分命名和管理机制也都有能力实现动态的资源检索。比如，ONS 让我们能够在信息服务器 EPCIS 中查找 EPC 标识相关的信息。语义网技术（本体、RFD、SPARQL）能让我们具有兼容操作性的发现如[IERC-AC2-D1]所罗列出的资源。此外，一些欧洲公司也参与了 OneM2M 标准化工作中对发现服务的规范。另一项与物联网发现服务相关的创新研究是 XMPP 协议 [RFC6120]、[RFC6121]。XMPP 标准基金会内部已经制定了一个基于 XMPP 的物联网发现框架 [XEP-0347]。

欧洲物联网研究总体协调组资助的欧盟项目也在研究物联网发现机制。这些研究项目强调高性能和智能（不确定性的发现）。比如，“IoT@Work 项目”就进行了一些初步的分析，用语义内容框架来创造合作环境。在其中，可以通过一些对等的、协同的方式，在需要中心控制和协调的情况下，去发现、查询那些可以自组织的对象和资源，并将其编成目录 [Ruta13]。FI-WARE 项目还研究了其他方法，同时发布了相应的通用控制器部件，CASAGRAS2[Roussos11]则承担了一

定的具体工作。此外，IoT-A 项目也已经实施、验证和评估了一系列不同的基于标识解析架构的方法，这些方法和 IoT-A 架构模型在本质上是相同的 [IoT-A-D1.5]。这些方法包括：

**基于地理位置的发现服务。**用空间索引结构来高效地检索某地理范围内的指定服务。它还包含一种分布式的联合方法，可以构建一个包含多家运营商的物联网架构，从而能够同时去发现不同运营商提供的服务。

**基于语义的发现服务。**可以将服务描述转化为一个潜在影响因子不断减少的空间，从而使得服务描述可以根据潜在因子不断聚合。这样，发现请求也转化为潜在要素，只要匹配于最佳匹配集群中的服务描述即可。这让我们可以拆分和分配发现请求，实现一个更容易扩展的基于语义的发现解决方案。

**基于联合的发现服务和关联创立方法。**它采用了一个联合式、分等级的位置结构来进行语义发现。每个符号性的位置，都对应于分级结构中一个节点，负责这个位置空间内的服务。语义发现只要在该等级之内的节点之上执行。每一个节点只要在一系列数量有限的服务中，匹配于请求即可。如此一来，我们就有了一个可升级的解决方案。

**基于 M3 和 uID 的发现服务。**使用 M3 语义信息代理架构来发现服务请求。语义信息代理（SIB）实现信息空间的共享。发现是基于一种两步走的方法。首先，SIB 解析服务要决定哪一个语义信息代理可能拥有相关的服务，然后联系这些服务来完成发现。

虽然上述研究的机制尚未大规模进行部署，但是，它们都已经明确无误地说明，发现服务是一个重要的手段，可以增加物联网应用的智能化和准确程度。

## 四、 中欧物联网标识发展面临的挑战

尽管物联网标识命名、寻址和发现技术已经在一定范围内实现了开发和部署，但是面向大规模物联网环境的完整、高效物联网标识服务解决方案还处于早期发展阶段。因此，在物联网标识解决方案的发展过程中，仍然面临着一系列的困难和挑战。本章节，中欧双方专家讨论总结了中国和欧盟物联网标识技术发展中将面临的困难和挑战，并介绍了当前的一些解决方案和设想。

### （一） 发展面临的挑战

#### 1. 互通和互操作性

一些现有的物联网标识命名、寻址和发现技术架构（例如 IPv6、Handle、EPC/ONS、URI 和语义技术）已经实现了一定范围内的开发和部署，并能够提供完善的物联网应用和服务。但是，这些技术架构之间并不支持相互间的互连互通，也没有证据显示哪一种技术架构会在短时间内取代其他的技术架构，而主导物联网标识服务。根据当前情况判断，这些技术架构将在一定时间内长期共存，并为各自的应用领域提供支撑和服务。然而，为了实现大规模的物联网应用和服务，需要不同的技术架构之间能够实现互联互通，这就有必要提出一种支持不同物联网标识技术架构之间互通和互操作的解决方案。

#### 2. 物联网标识技术的适用范围

大部分现有的物联网标识技术架构，设计之初的目的并非针对物联网的应用和服务，例如 IPv6 是为了解决互联网地址紧缺和以数字方式实现对象追溯的问题。因此，现有的物联网标识技术在一定程度上存在着先天的技术不足，并不能适用于全部的物联网应用和服务。



在有些情况下，需要研究界定当前物联网标识技术的适用范围，并研究通过采用相应的新技术手段来突破现有物联网标识服务解决方案的局限性，例如通过本体和语义技术来进行扩展。

### 3. 统一的物联网标识服务平台

从现有物联网标识技术的整体运行状况进行分析，缺少一个一定区域或范围内能够实现统一的物联网标识服务平台。当前，Handle/DOI 和 EPC/ONS 等物联网标识技术都依赖第三方建立的标识服务平台进行管理和运营，并且相互间独立。从长远意义来看，需要建立一个统一的物联网标识服务平台，实现一定区域或范围内物联网资源的统一管理和分配。该服务平台将一方面实现物联网应用和服务资源的统一管理，另一方面将兼顾各个分平台之间的独立性。

### 4. 性能挑战

物联网标识技术尚处于早期发展阶段，时延和可靠性等性能要求都没有得到充分的考虑。例如，不同物联网标识技术所用到的路由服务器以及目录服务器的性能问题，当这些服务器为数以亿计的联网对象提供寻址和解析服务时，它们能有可靠的性能是一项技术成熟的必要条件。因此，物联网标识技术应当能够准确地分配联网对象的数量和能力，为海量联网对象提供寻址和发现服务。这些技术也将为未来实现低宽带网络和低耗能设备之上部署大规模的物联网应用和服务提供支撑。

### 5. 安全挑战

大部分现有的物联网标识技术都关注容易升级、分布式命名和寻址等服务，而一定程度上忽略了安全的重要性。物联网标识技术涉及到的安全问题包括以下几个方面：（A）检索和解析过程中，对于命

名和标识数据的访问验证；（B）标识数据的访问权限授权，以及命名和寻址信息的访问授权；（C）命名和寻址数据的防篡改；（D）在物联网应用中，服务器之间的数据交换加密；（E）访问数据包被截取，即操纵携带有命名或寻址信息的 IP 数据包；（F）缓存病毒，即更改缓存内命名系统执行过程中的信息和查询记录；（G）操纵物联网标识服务而导致的服务拒绝；（H）命名分配的相关风险，例如篡改标识符等。研究并设计实现支持上述安全功能的物联网标识技术，以确保大规模物联网应用和服务的安全可靠，就变得尤为重要。

## （二）现有解决方案

### 1. 中国的物联网标识解决方案

在国家发改委项目资助下，工业和信息化部电信研究院、中国互联网络信息中心、工业和信息化部电子科学技术情报研究所、中国物品编码中心共同设计开发了国家物联网标识管理公共服务平台，提供具有兼容性的标识解析服务（Resource Name Service, RNS）。

#### （1）系统架构

平台架构包括解析器、标识服务器以及信息服务器。解析器，物联网标识查询客户端软件，具体实现中被设计成可用于各种物联网应用调用的库程序。主要功能包括标识转换、发送查询请求报文以及接受响应报文。为了充分利用现有的 DNS 基础设施，所有查询报文均将被转换为标准的 DNS 报文格式。标识服务器，存储了各种资源记录并提供对这些标识映射信息的查询功能。所谓资源记录就是指物联网标识之间的映射关系，也可以包含其它辅助性的信息。信息服务器，存储了特定物联网资源详细信息的资料库，也包括对物联网信息的捕获以及查询等借口。为了提高服务质量以及系统性能，信息服务器的

具体设计采用了 RESTful 风格的访问接口以及基于 NoSQL 技术的数据存储机制。

## （2）命名机制

两段式的标识编码结构设计解决了当前的标识异构性问题，设计包括标准标识和资源标识两个部分。第一段称为标准标识，用来区分各种物联网标识的编码方式。CID 标识的兼容域和 Ecode 标识的编码标识体系都是可以直接用于标准标识的标识命名空间。第二段称为资源标识，用来区分每一个物联网对象。现有的各种对象标识编码方式都可以直接被当作资源标识对待。为了适应实际应用的需求，大部分资源标识都采用了层次化的编码结构。

## （3）寻址机制

为解决标识解析中的异构性问题，RNS 中的标识解析也需要经历两个阶段，分别为标准标识解析和资源标识解析。标准标识解析：标准标识查询请求将首先被提交给预先配制好的本地标准标识服务器。如果缓存没有命中，本地标准标识服务器再将标准标识查询请求转发给相关的其它标准标识服务器。返回的标准标识资源记录包括标准标识和资源标识。其中，标识方式表述只是对应于每一种物联网标识具体编码方式的语义描述。基于标准标识资源记录中的标识方式表述，解析器可将异构的资源标识转换为统一的层次化资源名称（类似于 DNS 中使用的域名）。然后通过标准的 DNS 寻址查询资源标识所对应的资源记录。

## 2. 欧盟的物联网标识解决方案

### （1）基于 IPv6 的命名和寻址方案

欧洲物联网研究总体协调组的相关研究项目将 IPv6 看作未来有能力统一各类传统物联网标识技术的基础架构，并开发了基于 IPv6

的寻址代理器,提供传统物联网标识到 IPv6 的映射。此外,语义网接口也基于 IPv6 的发现机制进行开发和部署,以便通过网页访问物联网命名和寻址服务。

在 IoT6 项目当中,Handle 架构被用于反映传统属性到标识空间的映射。在这种情况下,IPv6 地址不需要显示关于物联网终端配置中的任何信息,基于 IPv6 的物联网端点能完全遵守利益相关者的应用策略。这种方法排出了应用和特定利益相关者直接相连的风险,但也会引起与现有 IETF 和其他政府互联网管理规定的冲突。

## (2) 基于语义的互操作解决方案

欧洲物联网研究总体协调组研究通过语义技术解决物联网异构系统之间的互操作问题。相关研究项目已构建基于云计算的基础架构,用于开发、部署和运行可实现语义互操作的物联网应用,尤其是需要多个异构物联网系统中提取数据和服务的应用。例如,欧洲物联网研究总体协调组的 OpenIoT 项目开发实现了一个开源的架构蓝本,在不同的物联网系统之间进行语义互操作。该架构提供了基于云计算的目录模块,物联网资源按照采用统一资源标识符来进行注册。统一资源标识符和传感器、物联网资源都用相同的本体来进行关联,以此来确保不同资源在语义上的统一。相应地,在目录上运行的发现模块,方便用户能够通过地点、类型以及统一资源标识符来发现资源。发现模块的部署和开发也是基于语义网技术(即采用 SPARQL 来查询资源)。

当前,欧洲物联网研究总体协调组通过不同的应用来验证基于语义实现物联网系统间互操作的有效性,包括综合性的智慧城市应用。根据《Horizon 2020 计划》,欧盟将启动了新一轮的项目申请,将进一步推动基于语义技术解决物联网资源互操作的研究工作,实现物联网资源的大规模联合和互操作,包括数据和服务在多个云架构之间的

流通，以及物联网资源与智能嵌入式设备和大数据处理流程的相关性等。这些研究工作将推动物联网资源在物联网应用和服务当中的互联互通。

## 五、 中欧物联网标识技术演进的建议及展望

为了解决上述物联网标识技术面临的挑战，中欧双方专家都积极开展相关研究，并于产业界相结合推动物联网技术在实际应用中的开发和部署。以下部分将探索物联网标识技术解决方案的未来演进方向，并提出相应的发展建议。

### （一） 加快 IPv6 技术在物联网应用中的开发和部署

在未来网络架构中，普及 IPv6 技术具有及其重要的意义，它可能作为一种统一各类异构物联网标识的技术手段。为实现大规模、跨区域的物联网应用和服务，物联网中的相关利益者应当加快 IPv6 技术的开发和部署，进一步完善更加适合物联网环境的 IPv6 扩展技术，例如针对移动性的 MIPv6 技术、针对安全增强的 IPSec 技术和针对低功耗智能嵌入设备的 6LoWPAN 技术等。欧盟 IERC 所资助的 IoT6 项目通过开发部署基于 IPv6 技术的寻址代理器，实现了传统物联网标识符（比如 RFID、X10、ZigBee）与 IPv6 地址的映射[Jara13]。

### （二） 推进网络化的物联网标识命名、寻址和发现服务

为了使物联网应用的开发能够变得更加敏捷，应当推进物联网标识命名、寻址和发现服务的接口开放，从而通过网络化的方式访问物联网资源，并逐步实现物品万维网的理念。中欧双方都已经在该方向展开研究工作，比如 IETF 正在研究受限环境下的物联网资源访问协议 CoAP，基于 RESTful 风格的物联网资源共享平台，以及基于网络/云的物联网资源发现服务。

### （三） 验证大规模物联网环境下的语义技术

语义技术（本体/RDF、SPARQL、LinkedData）将有利于整合异

构的物联网应用系统,加强物联网资源的互操作性,方便人们动态地、智能地在不同的物联网系统之间查找、发现物联网资源。基于语义技术的物联网标识服务将会是解决物联网标识异构性问题的重要方式。当前,语义技术已经在一些试验性的小规模物联网应用中得到了开发和部署,但是仍需在大规模的、复杂多变的物联网环境下进一步验证其稳定性和可扩展性。

#### **(四) 增强物联网标识发现服务中的移动性处理**

当前的物联网标识发现技术大多面向静态的物联网资源,而并没有考虑物联网环境的复杂多变特征,未加入物联网资源的移动性处理。随着移动性物联网应用的日益增多,对于尚处于演进中的物联网标识发现技术而言,移动性处理应当得到应有的重视。具体而言,移动性处理不仅要考虑到物联网资源的多归属地漫游,并且要考虑到物联网资源与标识之间的动态映射。

#### **(五) 解决物联网标识服务所涉及的安全问题**

物联网标识服务正面临一系列严峻的安全挑战,包括缓存中毒、拒绝式服务攻击、标识记录篡改、标识记录非法获取等。因此,物联网命名、寻址和发现技术应当进一步加强安全机制,建立和健全包含有加密、验证、授权、防篡改和访问控制等技术在内的物联网标识服务安全体系。

#### **(六) 提供物联网标识服务的统一查询**

对于物联网标识服务而言,查询接口的友好性和易用性是决定其能否成功以及得到普及使用的重要因素。异构的物联网标识技术将在一定时期内共存,但对于用户而言应当提供统一的、透明的物联网标

识服务。因此，无论物联网服务提供商采用何种标识命名技术和寻址技术，都应该遵循统一的物联网标识查询服务。在这一方面，DNS 体系的设计原理带给我们诸多启发，物联网标识服务的查询功能可以集成为物联网终端操作系统的一部分，提供友好的、易用的查询接口。



## 六、 参考文献

[EPCglobal] EPCglobal, <http://www.gs1.org/epcglobal>.

[FI-SPACE-D500.4.1] Christopher Brewster, Andreas Füßler, Scott Hansen, Sabine Kläser, Andrew Josey, Daniel Martini, Esther Mie-tzsch, Chris Parnel, Tim Sadowski, Angela Schillings-Schmitz, Monika Solanki, «Guidelines for the use of standards in FI-SPACE», FI-SPACE Project Deliverable D500.4.1, September 2013

[GB/T 26231] Information technology - Open systems interconnection - National numbering system and registration procedures for object identifier (OID).

[GB/T XXXXX-XXXX] Identification System for Internet of Things Entity code (Draft Version).

[Whitepaper2013] Internet of Things ID White Paper, CATR, 2013.

[GS1] GS1, <http://www.gs1.org/>.

[GS1-2014] GS1 in Europe, External Relations Newsletter, 2nd Quarter, 2014.

[Gubbi13] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic and M. Palaniswami, “Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions,” Elsevier: Future Generation Computer Systems, vol. 29, no. 7, p. 1645–1660, 2013.

[IDTechEx-Das-08] Das, R. and Harrop, P. (2008), RFID Forecasts, Players and Opportunities, IDTechEx, Cambridge, UK.

[IERC-AC2-D1] Martin Bauer (IOT-A), Paul Chartier (CEN TC225), KlaussMoessner (IOT.est), Nechifor, Cosmin-Septimiu (iCore), Claudio Pastrone (ebbits), Josiane Xavier Parreira (GAMBAS), Richard Rees (CEN TC225), DomenicoRotondi (IoT@Work), Antonio Skarmeta (IoT6), Francesco Sottile (BUTLER), John Soldatos (OpenIoT), HaraldSundmaeker (SmartAgriFood), «Catalogue of IoT Naming, Addressing and Discovery Schemes in IERC Projects», electronically available at: <http://www.theinternetofthings.eu>  
<http://www.theinternetofthings.eu/sites/default/files/%5Buser-name%5D/IERC-AC2-D1-v1.7.pdf>

[IoT-A-D1.5] IoT-A, Deliverable D1.5 – Final architectural reference model for the IoT v3.0,

<http://www.iot-a.eu/public/public-documents/d1.5/view>.

[IoT-A-D4.3] Suparna De (Ed.), Internet of Things Architecture (IoT-A) Project Deliverable D4.3 – “Concepts and Solutions for Entity-based Discovery of IoT Resources and Managing their Dynamic Associations”, March 2012.

[IPV6Observatory14] IPV6 Observatory, Final Report, Study Ref: SMART 2011/0059, January 2014.

[ISO/IEC 9834-1] Information technology: open systems interconnection procedures for the operation of OSI registration authorities: general procedures and top arcs of the international object identifier tree.

[ITU-T\_R\_E.164] ITU-T Recommendation E.164 (05/97), "The international public telecommunication numbering plan".

[ITU-T Y.2066] Recommendation ITU-T Y.2066 (2014), Common requirements of Internet of Things.

[ITU-T Y.2063] Recommendation ITU-T Y.2063 (2012), Framework of the web of things.

[JRC-RFID10] Andrea de Panizza, Sven Lindmark and Pawel Rotter, «RFID: Prospects for Europe Item-Level Tagging and Public Transportation», European Commission, Joint Research Centre (JRC), Institute for Prospective Technological Studies, 2010.

[Kahn06] Kahn, Robert and Wilensky, Robert. "A Framework for Distributed Digital Object Services". International Journal on Digital Libraries, Springer, Volume 6, Number 2, April 2006

[Kelly13] S. T. Kelly, N. K. Suryadevara and S. C. Mukhopadhyay, “Towards the Implementation of IoT for Environmental Condition Monitoring in Homes,” IEEE Sensors Journal, vol. 13, no. 10, pp. 3846 – 3853, 2013.

[MSW2004] Mao Wei 毛伟, Sam X. Sun 孙洵, Wang Feng 王峰, “Technology of Internet Resources Naming and Addressing: Handle System 一种互联网资源标志与寻址技术:Handle System” Application Research of Computers 计算机应用研究, 2004.

[OneM2M] OneM2M partnership, <http://www.onem2m.org/>

[RFC 3650] IETF Networking Group, "Handle System Overview", 2003.

[RFC4514] Zeilenga, K., Ed., "Lightweight Directory Access Protocol (LDAP): String Representation of Distinguished Names", RFC 4514, June 2006. (<http://tools.ietf.org/html/rfc4514>).

[RFC5134] M. Mealling (Network Working Group), «A Uniform Resource Name Namespace for the EPCglobal Electronic Product Code (EPC) and Related Standards», Request for Comments 5134, January 2008.

[RFC6120] Saint-Andre, P., "Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP): Core", RFC 6120, March 2011, <<http://www.rfc-editor.org/info/rfc6120>>.

[RFC6121] Saint-Andre, P., "Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP): Instant Messaging and Presence", RFC 6121, March 2011, <<http://www.rfc-editor.org/info/rfc6121>>.

[RFC6550] Winter, T., Ed., Thubert, P., Ed., Brandt, A., Hui, J., Kelsey, R., Levis, P., Pister, K., Struik, R., Vasseur, JP., and R. Alexander, "RPL: IPv6 Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks", RFC 6550, March 2012, <<http://www.rfc-editor.org/info/rfc6550>>.

[RFC6690] Z. Shelby, "Constrained RESTful Environments (CoRE) Link Format", Internet Engineering Task Force (IETF), Request for Comments (RFC) 6690, Standards Track, ISSN: 2070-1721, August 2012.

[RFC6775] Shelby, Z., Ed., Chakrabarti, S., Nordmark, E., and C. Bormann, "Neighbor Discovery Optimization for IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks (6LoWPANs)", RFC 6775, November 2012, <<http://www.rfc-editor.org/info/rfc6775>>.

[RFC7252] Shelby, Z., Hartke, K., and C. Bormann, "The Constrained Application Protocol (CoAP)", RFC 7252, June 2014, <<http://www.rfc-editor.org/info/rfc7252>>.

[Roussos11] George Roussos and Paul Chartier, "Scalable ID/Locator Resolution for the IoT", in the Proceedings of the 2011 International Conference on Internet of Things and 4th International Conference on Cyber, Physical and Social Computing (ITHINGSCPSCOM '11).

[Ruta13] M. Ruta, F. Scioscia, E. Di Sciascio, D. Rotondi, S. Piccione, “Semantic-based Knowledge Dissemination and Extraction in Smart Environments”, International Workshop on Pervasive Internet of Things and Smart Cities (PITSaC-2013) - 2013, March 2013 (DOI 10.1109/WAINA.2013.249)

[Santucci09] Santucci, G. (2009), “From Internet of Data to Internet of Things”, Paper for the International Conference on Future Trends of the Internet, 28 January 2009.

[Smith12] Ian G Smith, OvidiuVermesan, Peter Friess, Anthony Furness; The Internet of Things 2012 New Horizons, ISBN 978-0-9553707-9-3, [http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IERC\\_Cluster\\_Book\\_2012\\_WEB.pdf](http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IERC_Cluster_Book_2012_WEB.pdf)

[Vermesan14] OvidiuVermesan and Peter Friess, “Internet of Things – From Research and Innovation to Market Deployment”, IERC cluster book, River Publishers 2014.

[XEP-0347] XEP-0347: Internet of Things – Discovery, <http://xmpp.org/extensions/xep-0347.html>.

[X1255] “X.1255: Framework for discovery of identity management information”. Approved in 2013-09. <http://www.itu.int/rec/T-REC-X.1255-201309-I>

[Ziegler01] Sébastien Ziegler, Michael Hazan, Huang Xiaohong, LatifLadid; IPv6-based test beds integration across Europe and China.

工业和信息化部电信研究院

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮政编码：100191

联系电话：010-62303621、62301204

传真：010-62304980

欧洲物联网研究总体协调组

John Soldatos

FP7 OpenIoT Expert

Athens Information Technology

Email: [jsol@ait.gr](mailto:jsol@ait.gr)