

OCF 所处的物联网环境是由异构化的系统组成的。由于这些系统通常被定制成处理专用需求的系统,所以它们都是由非常多样的产品和服务组成的。这些产品的范围很广,既涉及有限的、只能依靠电池运行的设备,也涉及用户可以从市场上购买到的日常使用的科技设备。现阶段缺少并亟待创立一个全球化的标准,以使得致力于研究 OCF 的不同项目组可以在一个通用网络标准下进行精简操作。

IETF 发现了市场的变化并意识到了 IPv4 已经不能满足使用需求。不只是新的科技领域需要新技术的支持,管理更多样的设备、日益复杂的多种子网、更高的安全和隐私要求也需要一系列新技术标准的出现。认识到物理层/数据链路层的存在需求后,IETF 建立了专门的工作组来精简、提炼各种现有的网络层技术。根据这些市场的现实情况,这个规范也意味着可以充分利用现有的无线网(如蓝牙、WiFi 或 802.15.4),并集中研究网络层和由 IETF 所产生的相关协议。

5.1 网络连接架构

IPv4 中心网络已经发展到支持复杂的拓扑结构,其部署主要由单一的互联网服务提供商作为单一的网络提供。而常出现于家居住宅的更复杂的网络拓扑,大多是通过收购更多的家庭网络设备实现的,这依赖于技术的支持,如私有网络地址转换等。这些技术在搭建和设置时需要专业人员的帮助,并应避免在家庭网络中使用,因为它们经常导致路由结构、命名和发现等服务的故障。

多段生态系统的 OCF 地址,不仅会引发新设备和有关路由器的激增,同时也会增加那些引入额外边缘路由器的新服务。所有这些新的要求都需要先进的系统架构,以解决复杂的网络拓扑,如图 5-1 所示,深色的部分表示非 OCF 部分。

图 5-1 中所示的设备承担以下几个角色之一。

- (1) IETF RFC 6434 CE 路由器(用户端边缘路由器)中定义的 IPv6 节点,IPv6 路由器。
- (2) IPv6 主机: 在 IETF RFC 7084 中具体定义。
- (3) 6LN(6LoWPAN 节点)、6LR(6LoWPAN 路由器)、6LBR(6LoWPAN 边界路由器),在 IETF RFC 6775 中定义。
- (4) IPv6 转换器,用以在 IPv6 网络、非 IPv6 网络间翻译和路由相关的设备,图 5-1 中的网关就是一个转换器的实例。
- (5) 约束节点: 由于受约束的环境(有限的处理能力、存储器、非易失性存储介质和传输容量)需要 IP 网络层下的特别适配层,并需要专门的路由协议的节点。例如,在低功率下传输的设备、IEEE 802.14.5、ITU G9959、低功耗蓝牙和 NFC 等。

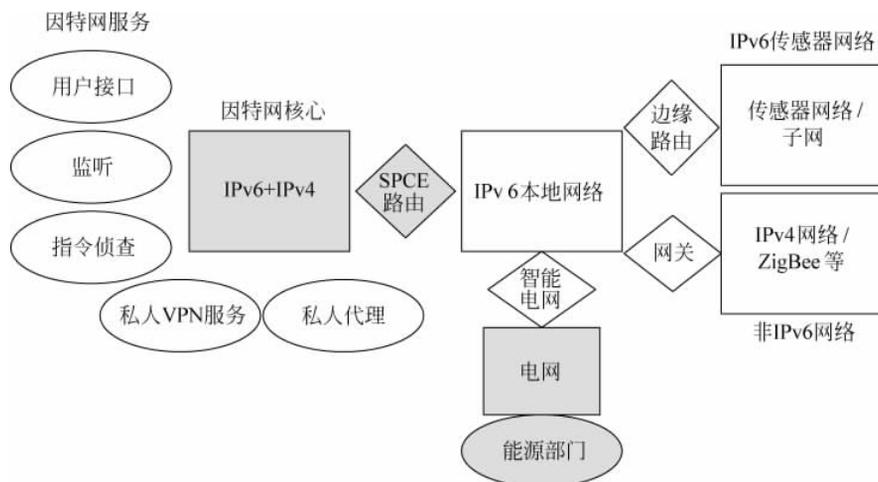


图 5-1 高层网络和连接架构

5.2 IPv6 网络层需求

预测表明,数百亿新的物联网终端及相关服务将在未来几年内联机。这些端点功能范围将从使用电池供电的具有有限的计算、存储和带宽的节点跨越到拥有更丰富的资源,通过以太网和 WiFi 链路工作的器件。

大约 30 年前部署的互联网 IPv4 已经成熟,并支持多种应用,如 Web 浏览、电子邮件、语音、视频和关键系统的监测和控制。但是,IPv4 的能力濒临用尽,并不仅仅只是可用地址空间已被消耗的程度。

IETF 开发 IPv4 的继任者 IPv6。OCF 建议在网络层使用 IPv6。其原因如下。

(1) 更大的地址空间,大大减少网络接入转换的需要。

(2) 更灵活的地址结构,每个结构可以使用多个地址和类型,如本地链路、ULA、GUA 和各种范围的组播地址等;更好地支持多归属网络,拥有更好的重新编号能力等。

(3) 更强大的自动配置功能,如 DHCPv6、SLAAC 和路由器发现等。在技术约束节点上实现 IP 连接的操作也是基于 IPv6 的。

(4) 所有主流的消费者操作系统,如 iOS、Android、Windows 和 Linux 都已经支持 IPv6。全球各地的主要服务提供商也都已经部署 IPv6。

为了保证网络层服务从节点到节点的互操作性,在所有节点上强制统一公共网络层协议是至关重要的。该协议应使网络能够成为安全的、可管理的、可扩展的网络,并包括约束节点和自组网节点。OCF 建议使用 IPv6 作为公共的网络层协议,以保证所有 OCF 设备间的互操作性。本章将关注 IPv6 主机、约束主机和路由器的互操作需求。

IPv6 节点应支持 IPv6。若一个节点支持 IPv6,则应该遵守以下在本地网络中通信的要求。

(1) 应支持 IETF RFC 2460“IPv6 规范”和类似 IETF RFC 6434“IPv6 节点要求”的相关更新。

(2) 应支持 IETF RFC 4291“IPv6 寻址体系结构”和类似 IETF RFC 6434“IPv6 节点要求”的相关更新。

(3) 应支持 IETF RFC 4861“IPv6 邻近发现”和 IETF RFC 6434“IPv6 节点要求”。

- (4) 应支持 IETF RFC 1981“路径 MTU 发现”和 IETF RFC 6434“IPv6 节点要求”的相关更新。
- (5) 应支持 IETF RFC 1981“唯一本地 IPv6 单播地址”和相关更新。
- (6) 应当支持 IETF RFC 3810“组播监听发现版本 2”和相关更新。
- (7) IPv6 路由器、IPv6 主机应支持所有的节点需求。

5.3 终端定义

终端的具体定义取决于正在使用的传输协议。对于通过 IPv6 的 UDP 上的 CoAP 示例,终端由 IPv6 地址和 UDP 端口号标识。

每个 OCF 设备至少应与一个可以与其交换请求和响应消息的终端相关联。当消息发送到终端时,它将被传递到与终端相关联的 OCF 设备。当请求消息传递到终端时,路径组件就有足够的能力找到目标资源。

OCF 设备能与多个终端相关联。例如,一个 OCF 设备可以拥有几个 IP 地址或者端口号,它也可以同时支持 HTTP 协议和 CoAP 协议。

另外,当有一种方法能去清楚地用 URI 指定目标资源时,一个终端也可以被多个 OCF 设备共享。例如,当一个 CoAP 服务器端对托管于自身的资源使用了唯一不同路径,那么它就可以被多个 OCF 设备共享。然而,这对于 OCF 1.0 和 OCF 1.1 是不可能的,因为一些预定义 URI(如“oic/d”)对于某些资源是强制性的。

终端由终端信息来表示。其中,终端信息是由“ep”和“pri”两个键值对组成。

1. “ep”

“ep”表示传输协议和终端定位器,指定如下内容。

(1) 传输协议(例如 CoAP + UDP + IPv6)的组合,可以与 RESTful 操作(即 CRUDN)交换请求和响应消息。传输协议套件应由 IANA 注册方案表示,还允许供应商或 OCF 定义的方案(如“org.ocf.foo”或“com.samsung.bar”)。

(2) 终端定位器,通过该地址(如 IPv6 地址 + 端口号)可以将消息发送到终端,然后将相关联的 OCF 设备发送到该地址。“CoAP”“CoAPS”“CoAP+TCP”“CoAPS+TCP”“HTTP”和“HTTPS”的终端定位器应指定为“IP 地址 + 端口号”。不应使用临时地址,因为终端定位器是为了接收传入的会话,而临时地址用于启动传出会话。此外,它包含在“/oic/res”中可能会导致隐私问题。

(3) “ep”应具有一个如方案组件所说明的传输协议的 URI。例如,“ep”:“coap://[fe80::b1d6]:1111”。

各传输协议中的“ep”值如表 5-1 所示。

表 5-1 各传输协议中的“ep”值

传输协议	方 案	终端定位器	“ep”值示例
CoAP+UDP+IP	CoAP	IP 地址+端口号	coap://[fe80::b1d6]:1111
CoAPS+UDP+IP	CoAPS	IP 地址+端口号	coaps://[fe80::b1d6]:1122
CoAP+TCP+IP	CoAP+TCP	IP 地址+端口号	coap+tcp://[2001:db8:a::123]:2222
CoAPS+TCP+IP	CoAPS+TCP	IP 地址+端口号	coaps+tcp://[2001:db8:a::123]:2233
HTTP+TCP+IP	HTTP	IP 地址+端口号	http://[2001:db8:a::123]:1111
HTTPS+TCP+IP	HTTPS	IP 地址+端口号	https://[2001:db8:a::123]:1122

2. “pri”

当有多个终端的时候，“pri”用于指出它们之间的优先级。“pri”应当由一个正整数来表示(例如，“pri”:1)，而且值越小，优先级越高。默认的“pri”值是 1，例如，当“pri”没有表示出来时，它应当等于 1。

3. “eps”参数中的终端信息

为了传输终端信息，在第 3 章中定义了一个新的链接参数“eps”。“eps”中以项目数作为其值，每个项目以“ep”和“pri”两个键值对来表示终端信息，其中，“ep”是必需的，“pri”是可选的。具有“eps”的链接如下。

```
{
  "anchor": "ocf://light_device_id",
  "href": "/myLightSwitch",
  "rt": ["oic.r.switch.binary"],
  "if": ["oic.if.a", "oic.if.baseline"],
  "p": {"bm": 3},
  "eps": [{"ep": "coap://[fe80::b1d6]:1111", "pri": 2}, {"ep":
  "coaps://[fe80::b1d6]:1122"}]
}
```

其中，“anchor”代表 OCF 主机设备，“href”代表目标资源，“eps”代表目标资源的两个终端。如果一个目标资源要求一个安全连接(如“coaps”)，在 OCF 1.0 的有效载荷中“eps”参数应该被用于指出必要的信息(如端口号)，因为“sec”和“port”只能在 OCF 1.1 的有效载荷中使用。

5.4 终端发现

终端发现被定义为一个客户端向一个 OCF 设备或者资源请求终端信息的一个过程。

1. 隐式发现

如果设备是 CoAP 消息的源(如“/oic/res”响应)，则可以通过组合源 IP 地址和端口号形成设备的终端定位器。根据 CoAP 方案和默认的“pri”值，可以构建设备的终端信息。

换句话说，具有 CoAP 的“/oic/res”响应消息可以隐含携带响应设备的终端信息，反过来又可以使用相同的 CoAP 传输协议访问所有在主机上托管的资源。

2. 使用“/oic/res”响应进行显式发现

终端信息可以使用“/oic/res”中链接的“eps”参数明确指出。“/oic/res”响应可以隐式表示由响应设备托管目标资源的终端信息。但是，“/oic/res”可能会暴露属于另一个设备的目标资源。当链接目标资源的端点不能被隐式推断时，应包含“eps”参数提供客户端可以访问目标资源的显式终端信息。

这种方法适用于资源目录或桥接设备的“/oic/res”，该设备通常携带另一台设备所承载的资源链接。下面是链接中“eps”参数的“/oic/res”响应。

```
[
{
  "anchor": "ocf://e61c3e6b-9c54-4b81-8ce5-f9039c1d04d9",
  "href": "/oic/res",
  "rel": "self",
  "rt": ["oic.wk.res"],
  "if": ["oic.if.ll", "oic.if.baseline"],
```

```

    "p": {"bm": 3},
    "eps": [{"ep": "coap://[2001:db8:a::b1d4]:55555"},
             {"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:11111"}]
  },
  {
    "anchor": "ocf://e61c3e6b-9c54-4b81-8ce5-f9039c1d04d9",
    "href": "/oic/d",
    "rt": ["oic.wk.d", "oic.d.bridge"],
    "if": ["oic.if.r", "oic.if.baseline"],
    "p": {"bm": 3},
    "eps": [{"ep": "coap://[2001:db8:a::b1d4]:55555"},
             {"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:11111"}]
  },
  {
    "anchor": "ocf://e61c3e6b-9c54-4b81-8ce5-f9039c1d04d9",
    "href": "/oic/p",
    "rt": ["oic.wk.p"],
    "if": ["oic.if.r", "oic.if.baseline"],
    "p": {"bm": 3},
    "eps": [{"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:11111"}]
  },
  {
    "anchor": "ocf://e61c3e6b-9c54-4b81-8ce5-f9039c1d04d9",
    "href": "/mySecureMode",
    "rt": ["oic.r.securemode"],
    "if": ["oic.if.rw", "oic.if.baseline"],
    "p": {"bm": 3},
    "eps": [{"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:11111"}]
  },
  {
    "anchor": "ocf://e61c3e6b-9c54-4b81-8ce5-f9039c1d04d9",
    "href": "/oic/sec/doxm",
    "rt": ["oic.r.doxm"],
    "if": ["oic.if.baseline"],
    "p": {"bm": 1},
    "eps": [{"ep": "coap://[2001:db8:a::b1d4]:55555"},
             {"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:11111"}]
  },
  {
    "anchor": "ocf://e61c3e6b-9c54-4b81-8ce5-f9039c1d04d9",
    "href": "/oic/sec/pstat",
    "rt": ["oic.r.pstat"],
    "if": ["oic.if.baseline"],
    "p": {"bm": 1},
    "eps": [{"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:11111"}]
  },
  {
    "anchor": "ocf://e61c3e6b-9c54-4b81-8ce5-f9039c1d04d9",
    "href": "/oic/sec/cred",
    "rt": ["oic.r.cred"],
    "if": ["oic.if.baseline"],
    "p": {"bm": 1},
    "eps": [{"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:11111"}]
  },

```

```

{
  "anchor": "ocf://e61c3e6b-9c54-4b81-8ce5-f9039c1d04d9",
  "href": "/oic/sec/ac12",
  "rt": ["oic.r.ac12"],
  "if": ["oic.if.baseline"],
  "p": {"bm": 1},
  "eps": [{"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:11111"}]
},
{
  "anchor": "ocf://e61c3e6b-9c54-4b81-8ce5-f9039c1d04d9",
  "href": "/myIntrospection",
  "rt": ["oic.wk.introspection"],
  "if": ["oic.if.r", "oic.if.baseline"],
  "p": {"bm": 3},
  "eps": [{"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:11111"}]
},
{
  "anchor": "ocf://dc70373c-1e8d-4fb3-962e-017eaa863989",
  "href": "/oic/res",
  "rt": ["oic.wk.res"],
  "if": ["oic.if.ll", "oic.if.baseline"],
  "p": {"bm": 3},
  "eps": [{"ep": "coap://[2001:db8:a::b1d4]:66666"},
           {"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:22222"}]
},
{
  "anchor": "ocf://dc70373c-1e8d-4fb3-962e-017eaa863989",
  "href": "/oic/d",
  "rt": ["oic.wk.d", "oic.d.light", "oic.d.virtual"],
  "if": ["oic.if.r", "oic.if.baseline"],
  "p": {"bm": 3},
  "eps": [{"ep": "coap://[2001:db8:a::b1d4]:66666"},
           {"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:22222"}]
},
{
  "anchor": "ocf://dc70373c-1e8d-4fb3-962e-017eaa863989",
  "href": "/oic/p",
  "rt": ["oic.wk.p"],
  "if": ["oic.if.r", "oic.if.baseline"],
  "p": {"bm": 3},
  "eps": [{"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:22222"}]
},
{
  "anchor": "ocf://dc70373c-1e8d-4fb3-962e-017eaa863989",
  "href": "/myLight",
  "rt": ["oic.r.switch.binary"],
  "if": ["oic.if.a", "oic.if.baseline"],
  "p": {"bm": 3},
  "eps": [{"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:22222"}]
},
{
  "anchor": "ocf://dc70373c-1e8d-4fb3-962e-017eaa863989",
  "href": "/oic/sec/doxm",
  "rt": ["oic.r.doxm"],

```

```

    "if": ["oic.if.baseline"],
    "p": {"bm": 1},
    "eps": [{"ep": "coap://[2001:db8:a::b1d4]:66666"},
    {"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:22222"}]
  },
  {
    "anchor": "ocf://dc70373c-1e8d-4fb3-962e-017eaa863989",
    "href": "/oic/sec/pstat",
    "rt": ["oic.r.pstat"],
    "if": ["oic.if.baseline"],
    "p": {"bm": 1},
    "eps": [{"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:22222"}]
  },
  {
    "anchor": "ocf://dc70373c-1e8d-4fb3-962e-017eaa863989",
    "href": "/oic/sec/cred",
    "rt": ["oic.r.cred"],
    "if": ["oic.if.baseline"],
    "p": {"bm": 1},
    "eps": [{"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:22222"}]
  },
  {
    "anchor": "ocf://dc70373c-1e8d-4fb3-962e-017eaa863989",
    "href": "/oic/sec/acl2",
    "rt": ["oic.r.acl2"],
    "if": ["oic.if.baseline"],
    "p": {"bm": 1},
    "eps": [{"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:22222"}]
  },
  {
    "anchor": "ocf://dc70373c-1e8d-4fb3-962e-017eaa863989",
    "href": "/myLightIntrospection",
    "rt": ["oic.wk.introspection"],
    "if": ["oic.if.r", "oic.if.baseline"],
    "p": {"bm": 3},
    "eps": [{"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:22222"}]
  },
  {
    "anchor": "ocf://88b7c7f0-4b51-4e0a-9faa-cfb439fd7f49",
    "href": "/oic/res",
    "rt": ["oic.wk.res"],
    "if": ["oic.if.ll", "oic.if.baseline"],
    "p": {"bm": 3},
    "eps": [{"ep": "coap://[2001:db8:a::b1d4]:77777"},
    {"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:33333"}]
  },
  {
    "anchor": "ocf://88b7c7f0-4b51-4e0a-9faa-cfb439fd7f49",
    "href": "/oic/d",
    "rt": ["oic.wk.d", "oic.d.fan", "oic.d.virtual"],
    "if": ["oic.if.r", "oic.if.baseline"],
    "p": {"bm": 3},
    "eps": [{"ep": "coap://[2001:db8:a::b1d4]:77777"},
    {"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:33333"}]
  }

```

```

},
{
  "anchor": "ocf://88b7c7f0-4b51-4e0a-9faa-cfb439fd7f49",
  "href": "/oic/p",
  "rt": ["oic.wk.p"],
  "if": ["oic.if.r", "oic.if.baseline"],
  "p": {"bm": 3},
  "eps": [{"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:33333"}]
},
{
  "anchor": "ocf://88b7c7f0-4b51-4e0a-9faa-cfb439fd7f49",
  "href": "/myFan",
  "rt": ["oic.r.switch.binary"],
  "if": ["oic.if.a", "oic.if.baseline"],
  "p": {"bm": 3},
  "eps": [{"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:33333"}]
},
{
  "anchor": "ocf://88b7c7f0-4b51-4e0a-9faa-cfb439fd7f49",
  "href": "/oic/sec/doxm",
  "rt": ["oic.r.doxm"],
  "if": ["oic.if.baseline"],
  "p": {"bm": 1},
  "eps": [{"ep": "coap://[2001:db8:a::b1d4]:77777"},
          {"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:33333"}]
},
{
  "anchor": "ocf://88b7c7f0-4b51-4e0a-9faa-cfb439fd7f49",
  "href": "/oic/sec/pstat",
  "rt": ["oic.r.pstat"],
  "if": ["oic.if.baseline"],
  "p": {"bm": 1},
  "eps": [{"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:33333"}]
},
{
  "anchor": "ocf://88b7c7f0-4b51-4e0a-9faa-cfb439fd7f49",
  "href": "/oic/sec/cred",
  "rt": ["oic.r.cred"],
  "if": ["oic.if.baseline"],
  "p": {"bm": 1},
  "eps": [{"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:33333"}]
},
{
  "anchor": "ocf://88b7c7f0-4b51-4e0a-9faa-cfb439fd7f49",
  "href": "/oic/sec/acl2",
  "rt": ["oic.r.acl2"],
  "if": ["oic.if.baseline"],
  "p": {"bm": 1},
  "eps": [{"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:33333"}]
},
{
  "anchor": "ocf://88b7c7f0-4b51-4e0a-9faa-cfb439fd7f49",
  "href": "/myFanIntrospection",
  "rt": ["oic.wk.introspection"],

```

```
"if": ["oic.if.r", "oic.if.baseline"],
"p": {"bm": 3},
"eps": [{"ep": "coaps://[2001:db8:a::b1d4]:3333"}]
}
]
```

5.5 基于 CoAP 的终端发现

本节主要是一些基于 CoAP 终端发现的总结描述。

(1) 所有正在广播和发布的设备都应加入“所有 CoAP 节点”多播分组,如 IPv6 中的 FF0X: FD 或监听端口 5683。

(2) 需要发现资源的 OCF 客户端应首先加入“所有 CoAP 节点”多播分组。

(3) OCF 客户端应发送一个发现请求(GET 请求)给多播分组“所有 CoAP 节点”和端口 5683,请求中的 URI 应为/oic/res。

(4) 若 OCF 客户端正处于发现指定资源类型的过程中,则它应使用带有键“rt”的问询机制,“rt”的值应为需要发现的目标。

(5) 如果问询请求中不带有“rt”键,则所有的 OCF 设备都应回复这个请求。

(6) 处理多播请求的注意事项应与在 IETF RFC 7252 规范和 IETF RFC 6690 规范中定义的一样。收到请求的 OCF 设备应该使用 CBOR 作为负载(内容)编码方式进行回复。OCF 设备应使用 CBOR 作为额外的多播发现负载(内容)编码方式。OCF 设备也应该使用 CBOR 作为负载(内容)编码方式回复一个已收到支持 CBOR 的多播发现消息。在之后的版本中,可以被其他方式使用(如 JSON、XML/EXI 等)。