

基于 ONVIF 标准的设备发现的设计与实现

马宇昌¹, 沈苏彬¹, 欧阳志友²

(1. 南京邮电大学 计算机学院, 江苏 南京 210003;

2. 南京邮电大学 物联网学院, 江苏 南京 210003)

摘 要:近年来,基于网络摄像机的视频监控应用得到快速发展,然而传统的视频监控应用必须手动连接配置网络摄像机的服务地址,效率低下。为了解决目前网络视频监控应用不能便捷、高效地自动连接网络摄像机的问题,文中提出了设备自动发现的实现技术,采用基于 ONVIF 的本地设备发现技术 WS-Discovery,使用视窗通信基础 WCF4.0 和嵌入式万维网服务开发平台 gSoap,设计和实现了一个设备发现方法,使得网络视频监控应用系统可以自动发现局域网内的网络摄像机并获取服务地址。实验表明可以有效地发现局域网内的所有网络摄像机。

关键词:万维网服务;ONVIF;设备发现;WS-Discovery

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)11-0224-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.11.055

Design and Implementation for Device Discovery Based on ONVIF

MA Yu-chang¹, SHEN Su-bin¹, OUYANG Zhi-you²

(1. College of Computer, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China;

2. College of Internet of Things, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

Abstract:In recent years, video surveillance application based on IP camera has got rapid development; however, it has to connect and configure its service address manually, which is inefficient. In order to solve the problem that the current network video surveillance application can not connect IPCam automatically in a convenient and efficient way, the implementation technology of discovering device automatically is proposed, and Windows Communication Foundation 4.0 and the embedded Web service development platform gSoap are used. A device discovery method is designed and implemented based on WS-Discovery protocol in ONVIF technical specification, and then the network video surveillance system can discover IPCam automatically. The experiment shows it can effectively find all IPCams access to the local area network.

Key words: Web Services; ONVIF; device discovery; WS-Discovery

0 引言

在网络视频监控领域,IPCam(网络摄像机)产业已经逐渐兴起。传统的基于 IPCam 的网络视频监控应用必须手动连接配置 IPCam 的服务地址,已经不能够满足现代网络视频监控应用对 IPCam 连接的高效要求。目前的应用需要当 IPCam 连接网络的时候,网络视频监控系统能够自动地发现并且获得它的服务地址。因此研究网络摄像机的自动发现技术,以满足这种应用的需求,具有实际的应用价值。

ONVIF(开放网络视频接口论坛)是 2008 年由 Axis、Bosch 和 Sony 三家公司创立的一个视频监控行

业标准^[1]。同年 11 月,该组织正式发布了 ONVIF 第一版规范——ONVIF 核心规范 1.0^[2],目前已经发展到 v2.2.1 版本。这一标准为网络视频设备之间的信息交换定义了通用协议。ONVIF 致力于 IP 视频监控领域,重点在网络视频的发送设备与网络视频客户端之间的标准接口。ONVIF 是基于万维网服务的接口标准,包含多个模块,如设备发现、设备管理、媒体服务、云台控制等等。其中设备发现(不仅仅是 IPCam,还包括其他的网络设备,如 NVR、NVD、NVA 等)是设备提供服务的前提,因此在 ONVIF 标准描述的所有服务中,设备发现服务是首要解决的问题,非常切合文中

收稿日期:2013-01-21

修回日期:2013-04-27

网络出版时间:2013-08-28

基金项目:江苏省科技支撑计划项目(BE2009157)

作者简介:马宇昌(1987-),男,硕士研究生,研究方向为计算机网络;沈苏彬,研究员,博士生导师,CCF 会员,研究方向为计算网络、下一代电信网以及网络安全。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130828.0837.029.html>

研究的应用背景。因此文中采用基于 ONVIF 的设备发现协议 WS-Discovery^[3],设计实现了一个设备发现方法,可以自动发现局域网中的 IPCam。

1 WS-Discovery 分析

ONVIF 指出局域网内的设备发现采用 WS-Discovery 协议。ONVIF 设备应该实现 WS-Discovery 协议中的 Target Service 角色,客户端应该实现协议中的 Client 角色。因此,下面将对 WS-Discovery 协议进行分析。

WS-Discovery 是视频监控产业内的标准 ONVIF 采用的设备发现协议。本身也是一个独立的万维网服务发现协议,只是面向的领域不同。WS-Discovery 是 Windows Rally^[4]和 DPWS(Device Profile for Web Services)^[5-6]的一部分。DPWS 是网络设备的万维网服务的一个精简子集,用于提高设备之间的协作性,其中包含对 WS-Discovery 的讲解,具体内容在文献[7-8]有详细描述。WS-Discovery 已经在微软的 Windows Vista 操作系统中应用。WS-Discovery 使用 SOAP^[9]和 UDP 多播^[10]使服务能够被客户端发现,主要应用在局域网内客户端动态搜索一个或多个目标服务场景。

WS-Discovery 是一种采用 IP 多播进行设备自动发现的协议^[11],有两种主要角色:Target Service(目标服务)和 Client(客户端)。当目标服务进入网络或者服务元数据发生改变时,发送 Hello 报文,报文中包含终结点引用(Endpoint Reference),标识目标服务。当目标服务离开网络时,发送 Bye 报文,同样包含终结点引用。客户端通过多播地址发送 Probe 报文搜索目标服务。Probe 报文包含 Types,也可以包含 Scopes,这些都是目标服务的属性。目标服务发送 ProbeMatch 报文响应客户端的 Probe 报文。客户端发送 Probe 报文后可能会收到一个以上 ProbeMatch 的匹配报文。

如果客户端获取目标服务的终结点引用,但是不知道服务地址,则可以通过发送 Resolve 报文通过终结点引用发现服务地址。

为了减少网络中的通信量,除了目标服务和客户端两种角色外,协议还提供一种 DP(Discovery Proxy,发现代理)角色。客户端和目标服务单播发送 Probe 报文给 DP,通过 DP 进行通信。

WS-Discovery 提供了两种操作模式:Ad hoc 和 Managed(对应 DP)模式。文中研究 Ad hoc 模式下,网络视频监控系统自动发现局域网内的 IPCam。对应 WS-Discovery 协议,网络视频监控系统等同客户端,IPCam 等同目标服务。具体应用场景如图 1 所示。

网络视频监控系统与 IPCam 进行发现交互使用下面四种类型的报文:

Hello:IPCam 连接到网络或者它的元数据发生改变,使用 UDP 多播一条 Hello 报文。

Bye:IPCam 在离开网络时发送一条 Bye 报文。

Probe:网络视频监控系统使用 UDP 多播一条 Probe 报文查找网络中的 IPCam。

ProbeMatch:IPCam 如果匹配 Probe 报文,提供设备的唯一标识和万维网服务地址。

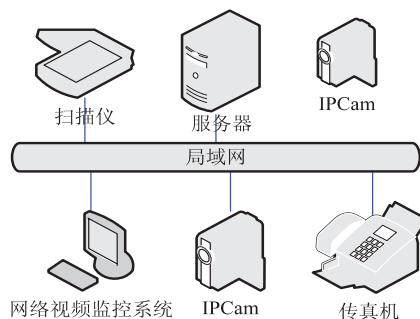


图 1 文中研究的设备发现应用场景

2 设备发现的设计目标

ONVIF 标准包含一系列的服务,如设备发现、设备管理、媒体服务、PTZ 控制、存储管理等。由于在网络环境中,客户端设备调用服务的前提是首先知道服务的地址,因此设备发现服务成为 ONVIF 标准众多服务中首要解决的问题。设备发现的目的是在网络环境中根据特定搜索准则找到符合自己需要的设备。

ONVIF 很大程度上支持现有的标准。因为它的目标是实现不同产品的互通性,而不是定义全新的标准。基于以上原则,ONVIF 的设备发现采用现有的动态发现协议 WS-Discovery,这样可以使用已有的万维网设备发现技术。该规范引入视频监控所合适的查找行为,包括具体的服务定义和搜索准则,可以涵盖设备类型和范围定义^[12]。客户端通过搜索发现设备服务的地址,进而获得设备信息。

由于 ONVIF 规范框架是建立在万维网服务标准之上的,因此基于 ONVIF 的设备发现协议 WS-Discovery 同样具有万维网服务的跨平台性和可互操作性的优点。并且具有即插即用特性,非常适合 IPCam 的接网特性。文中基于局域网内自动发现 IPCam 的应用背景,在网络视频监控系统和 IPCam 之间设计和实现了一种基于对等模式的设备发现方法。虽然有客户端与服务端的概念,却并不像传统的 C/S 模式中,通信必须经过服务器处理,更不是把浏览器作为客户端的 B/S 模式。它仅是局域网内网络视频监控系统与 IPCam 之间的相互通信,且又不等同于对等网络,因此界定为对等模式。

文中研究的应用场景是局域网内自动发现 IPCam。WS-Discovery 协议描述的发现目标是网络设备

(不仅仅包含 IPCam),而 ONVIF 有对各种已有网络设备的搜索要求,因此必须把它们结合起来。在 WS-Discovery 协议发现中把设备类型指定为 ONVIF 中对 IPCam 的搜索要求。

ONVIF 规范框架是建立在万维网服务标准之上的,规范中定义的所有配置服务都被描述成万维网服务操作,并且定义在使用 HTTP 协议作为底层传送机制的 WSDL 文档中^[2]。WS-Discovery 作为 ONVIF 标准的服务之一自然也不例外。图 2 描述了 WS-Discovery 协议规范的万维网服务框架。

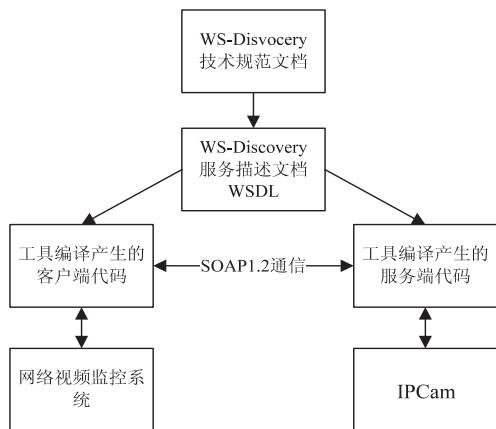


图 2 WS-Discovery 的万维网服务生成

WS-Discovery 描述的设备发现服务本身是一个万维网服务,使用 WSDL 描述。网络视频监控系统根据 WS-Discovery 的 WSDL 文档,通过 WSDL 编译工具产生特定平台下的代码,进而进行应用开发。同样,IPCam 根据 WSDL 文档,通过 WSDL 编译工具产生特定平台下的代码,再根据具体的逻辑要求与设计具体实现服务。网络视频监控系统与 IPCam 之间采用 SOAP1.2 协议传送交换信息。SOAP 独立于操作系统,与语言无关,可以使用多种网络协议进行传输。最后,网络视频监控系统进行多播请求,IPCam 单播响应实现自身服务地址的自动发现。

在对等模式中,网络视频监控系统可以主动搜索网络中的 IPCam,也可以监听网络中 IPCam 发送的报文,反过来说,IPCam 进入、离开网络或者元数据发生改变主动发送相关报文,也需要监听网络视频监控系统发送的 Probe 报文。它们之间没有明显的主次之分。

以下是设备发现服务中网络视频监控系统与 IPCam 两个部分的设计要求。

2.1 网络视频监控系统端设计

网络视频监控系统需要搜索网络中的 IPCam 时,先加入组播,组播地址和端口固定为 239.255.255.250:3702,同时发送 Probe 报文进行设备搜索。Probe 报文中指定搜索的设备类型,也可以指定搜索的范围。文中只要求根据设备类型进行搜索,并且设备类型指

定为 ONVIF 规范描述的 NetworkVideoTransmitter(ONVIF 核心版本 2.0 以后改为 tds:Device,但是兼容 2.0 以前的版本^[13])来表示 IPCam。网络中的 IPCam 收到 Probe 报文将会给予响应,网络视频监控系统可以对相应的 ProbeMatch 报文进行信息提取,主要是提取 IPCam 的服务地址。

2.2 IPCam 端设计

当 IPCam 连接到局域网络,向网络多播 Hello 报文,表明进入网络。

当 IPCam 与网络断开连接,向网络多播一个 Bye 报文。通过 Hello 与 Bye 报文,IPCam 可以平滑地进入和离开网络。

当 IPCam 进入网络同时也加入组播,组播地址 239.255.255.250,并且绑定到特定的端口 3702。进入网络后,一直处于监听状态,监听网络中的 Probe 报文。如果 IPCam 的设备类型与请求的设备类型不同,则丢弃报文,不做任何处理;如果与请求的设备类型相同,则发送 ProbeMatch 报文作为响应。

3 设备发现的系统实现

根据设计中描述的 WS-Discovery 的万维网服务生成框架,首先要将使用 WSDL 描述的设备发现服务转化成相应编程语言的框架。万维网服务代码产生工具可以使用下面两种:

(1) gSoap:跨平台的开源的 C/C++嵌入式万维网服务开发工具,根据 WSDL 文档生成客户端和服务器的 C/C++相应代码,并为 C/C++的数据结构进行序列化、反序列化和 SOAP 解析^[14-15]。

(2).NET:svcutil.exe 工具包含在 Windows SDK 中,根据 WSDL 文档可产生 C#、VB 和 C++代码,包括相应的类和方法。同样包括序列化、反序列化和 SOAP 解析。

文中分析 WS-Discovery 服务标准和相应的 WSDL 文档,研究以上两种万维网服务开发工具。最终采用 gSoap 平台实现设备发现的 IPCam 端,.NET 平台实现设备发现的网络视频监控系统端。使用 gSoap 工具中 wsdl2h.exe 和 soapcpp.exe 创建设备发现服务的框架,包括头文件与相应的 cpp 文件。这些生成的框架文件屏蔽了底层的 SOAP 通信细节,文中只需要专注于具体的设备发现服务实现;.NET 平台下 WCF4.0 服务编程技术实现设备发现服务的客户端,利用已有的设备发现组件类似调用本地 API 的方式调用万维网服务。

网络视频监控系统与 IPCam 之间的设备发现具体交互流程如图 3 所示。

3.1 网络视频监控系统端实现

网络视频监控系统采用多播地址 239.255.255.

250 和端口 3702 向网络发送 Probe 报文,指定搜索的设备类型:`<d:Types>dn:NetworkVideoTransmitter</d:Types>`^[2],dn 为命名空间前缀。Probe 报文中 MessageID 为该报文的唯一标识。如果接收到单播响应的 ProbeMatch 报文,则根据 ProbeMatch 报文中的 RelatesTo 字段识别该报文匹配的是哪个请求。步骤如下:

- (1)定义 UDP 发现终结点,指明发现服务的版本为 2005 年 4 月的版本。
- (2)使用发现终结点定义发现客户端。
- (3)定义搜索准则,指出要搜索的设备类型为 NetworkVideoTransmitter。
- (4)使用发现客户端进行设备发现,获取符合条件的 IPCam 的服务地址。

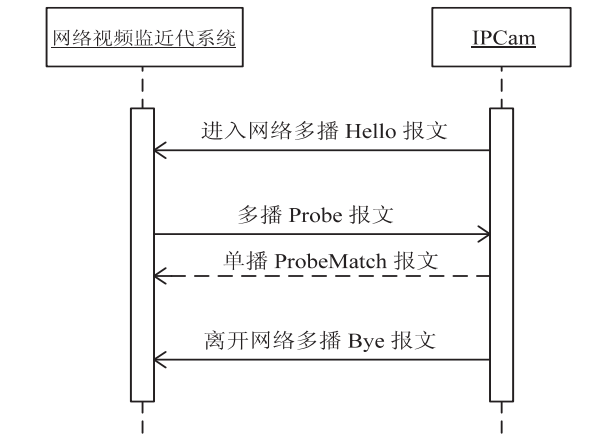


图 3 设备发现的交互流程

网络视频监控系统的设备发现的上层核心实现代码如下:

```
var ep = new
UdpDiscoveryEndpoint ( DiscoveryVersion. WSDiscoveryApril
2005)
var dc = new DiscoveryClient(ep)
var fc = new FindCriteria()
fc.ContractTypeNames. Add ( new XmlQualifiedName ( " Net-
workVideoTransmitter", @" http://www. onvif. org/ver10/network/
wsdl" ))
dc.FindAsync(findCriteria, sync)
```

3.2 IPCam 端实现

当 IPCam 进入网络,或者服务元数据发生改变,向网络多播 Hello 报文。`<a:EndpointReference>`标识目标服务,使用 ONVIF 的要求 URN:UUID 而不是 WS-Discovery 要求的 UUID 表示。

当 IPCam 离开网络,向网络多播一个 Bye 报文。报文中`<a:EndpointReference>`与 Hello 报文中的一致,表明是同一个服务。

当 IPCam 在网络中,一直处于监听状态,如果收到网络中的 Probe 多播报文时,gSoap 平台自动映射到 __dndl__Probe 函数,查看`<d:Types>`字段的搜索条件

NetworkVideoTransmitter 是否与 IPCam 的设备类型匹配。如果不匹配,则丢失报文;如果匹配,记录 Probe 报文的 MessageID,创建 ProbeMatch 报文的 MessageID,它使用 UUID 唯一标识,指定 RelatesTo 字段为记录的 Probe 报文的 MessageID,发送 ProbeMatch 报文进行响应。这样网络视频监控系统根据 RelatesTo 知道响应的是哪一个 Probe 请求。ProbeMatch 报文中 XAddrs 表示设备的服务地址 `http://192.168.1.125:8081/device_service.asmx`,网络视频监控系统使用它与 IPCam 通信。

4 系统测试与结果分析

该测试在应用场景的局域网内进行。一台 PC 机运行协议的客户端,一台 PC 机运行协议的服务端(可以移植到 IPCam 内)。为了说明统一性,仍然使用网络视频监控系统与 IPCam 进行描述。测试在 IPCam 端模拟一些服务数据。

由于文中研究的应用场景是在较小的一个局域网内,相对来说网络通信量不会很大,测试主要是功能是否能够满足要求,因此采用黑盒测试。使用 ONVIF 标准提供的测试工具(属于客户端)对 IPCam 进行测试,再使用测试正确的 IPCam 对网络视频监控系统端进行测试。因为使用了标准的 ONVIF 测试工具,保证了测试的权威性、准确性与可靠性。

4.1 测试环境

IPCam 端:Windows 操作系统,gSoap2.8.8,Visual Studio 2008 集成开发工具。

网络视频监控系统端:Windows 操作系统,Visual Studio 2010 开发工具和集成的 WCF4.0,ONVIF 测试工具 1.02.4 版本。

4.2 测试步骤

- (1)连接 IPCam 进入网络。
- (2)启动 ONVIF 测试工具,点击设备发现按钮(测试的过程中通过分析数据包,知道它搜索的设备类型为 NetworkVideoTransmitter,是直接嵌入到代码中的,无法更改,因此只能搜索这一种类型的设备,没有可扩展性)。
- (3)把 IPCam 断开网络,然后重新连接,等待网络视频监控系统的发现请求。
- (4)启动网络视频监控系统,指定搜索设备类型 NetworkVideoTransmitter,搜索设备。

4.3 测试结果与分析

(1)IPCam 端。

图 4 的测试结果显示 IPCam 记录收到的 Probe 报文的 MessageID,该报文请求设备类型为 NetworkVideoTransmitter。

```

Now server is accepting requests...
Received Probe Message:
MessageID:urn:uuid:8de6d9f0-109b-4236-9f9d-9f14b8f61a0f
Types:dn:NetworkVideoTransmitter

```

图 4 IPCam 端的测试结果

(2) ONVIF 测试工具。

因为 ONVIF 测试工具是根据测试规范官方编写的,IPCam 与它对接测试成功则表明 IPCam 符合 ONVIF 规范。ONVIF 测试工具测试结果显示 IPCam 的设备类型是 NetworkVideoTransmitter,符合搜索条件,此外列出设备的 IP 地址和设备的服务地址 http://192.168.1.125:8081/device_service.asmx。这些说明设备发现服务端功能上是正确的,并且符合 ONVIF 规范。

(3) 网络视频监控系统。

IPCam 端由 ONVIF 测试工具表明是正确而且符合规范的。因此利用该 IPCam 端测试网络视频监控系统。图 5 的测试结果显示网络视频监控系统收到满足条件的 ProbeMatch 报文,并打印显示了相关信息。

```

Found Device[0]
Address:urn:uuid:11223344-5566-7788-99aa-0016e85313c7
Types[0]:NetworkVideoTransmitter
Scopes[0]:onvif://www.onvif.org/type/video_encoder
Scopes[1]:onvif://www.onvif.org/type/ptz
Scopes[2]:onvif://www.onvif.org/hardware/IPCam-Model
Scopes[3]:onvif://www.onvif.org/location/city/nanjing
Scopes[4]:onvif://www.onvif.org/location/building/njupt
Scopes[5]:onvif://www.onvif.org/name/IPC-125
XAddr[0]:http://localhost:8081/device_service.asmx

```

图 5 网络视频监控系统的测试结果

Address 为设备的唯一标识;Types 指出设备类型为 NetworkVideoTransmitter;范围定义 Scopes 是针对设备自身的一些信息,video_encoder 表示设备具有视频编码功能,ptz 表示设备具有云台功能,hardware 是硬件设备型号,location 表示设备制造产地信息,name 表示生产厂商信息;XAddr 表示设备提供的服务地址。图 5 中的数据信息是 IPCam 中模拟的,但是不影响设备发现本身功能的完成。

5 结束语

文中为满足局域网内自动高效连接 IPCam 的应用要求,研究和分析了 ONVIF 指定的设备发现协议 WS-Discovery,设计了一个在局域网内的对等模式的设备发现方法,主要实现 Probe 和 ProbeMatch 报文的发送与响应。从而完成网络视频监控系统自动发现局域网中的 IPCam。并通过 ONVIF 测试工具进行测试,

(上接第 223 页)

- [6] 高倩,王新栋,许皓月,等.面向对象的数据应用研究[J].河北农业科学,2009,13(8):153-156.
- [7] 左凤朝,王文德.面向对象数据模型的研究[J].计算机工程与应用,2001(16):110-112.
- [8] 赵海峰,刘一娜,杨国强.基于 Epicentre 的数据模型投影工具研究与实现[J].计算机与现代化,2009(8):90-92.

结果表明该方法是正确的。限于应用背景,文中只研究了在一个局域网中 Ad hoc 模式下的设备发现,未来可以完成带有 DP 的 Managed 模式下的设备发现,更进一步,可研究跨越多个局域网设备发现机制与方法。

参考文献:

- [1] 高勇.开放的 ONVIF 标准将会赢得更多市场先机——访 ONVIF 论坛执行委员会主席 Jonas Andersson 先生[J].中国安防,2011(6):24-26.
- [2] ONVIF core specification ver 1.0[S].2008.
- [3] Web services dynamic discovery (WS-Discovery)[S].2005.
- [4] 王炳晨.网络互联自此化繁为简——Windows Rally 技术浮出水面[J].微电脑世界,2007(4):11-12.
- [5] Pohlsen S, Werner C. Robust Web service discovery in large networks[C]//Proc of IEEE international conference on services computing. [s. l.]:[s. n.],2008:521-524.
- [6] Microsoft Corporation. Devices profile for Web services[EB/OL]. 2006. <http://schemas.xmlsoap.org/ws/2006/02/devprof/>.
- [7] Jammes F, Mensch A, Smit H. Service-oriented device communications using the devices profile for Web services[C]//Proceedings of the 3rd international workshop on middleware for pervasive and ad-hoc computing. New York:ACM,2005:1-8.
- [8] 金路,沈苏彬.一种基于万维网服务的设备集成技术[J].通信学报,2012,33(Z2):244-249.
- [9] W3C. Simple Object Access Protocol 1.2 [EB/OL]. 2007. <http://www.w3.org/TR/soap12/>.
- [10] 谢希仁.计算机网络[M].第4版.大连:大连理工大学出版社,2008:234-236.
- [11] Zeeb E, Bobek A, Bohn H, et al. Service-oriented architectures for embedded systems using devices profile for Web services[C]//Proc of 21st international conference on advanced information networking and applications. [s. l.]:[s. n.],2007.
- [12] 金巍.开放式网络视频接口协议研究[D].南京:南京大学,2011.
- [13] ONVIF core specification ver 2.0[S].2010.
- [14] 徐飞明.基于 ONVIF 协议的 NVR 软件平台的设计与开发[D].杭州:浙江大学,2012.
- [15] 殷婷,王英,叶天强.gSOAP 在基于 TR069 协议的网络视频监控系统中的应用[J].工业控制计算机,2010,23(1):61-65.

- [9] 袁满,张连滨,郭立君,等. Epicentre 的核心模型及其数据映射技术[J].大庆石油学院学报,2000,24(4):52-55.
- [10] 王海平,葛珺,王娟.基于 POSC 的油田业务分析与建模方法[J].计算机系统应用,2010,19(3):100-102.
- [11] Bauer C, King G. Hibernate in action[M]. [s. l.]:Manning Publication Co,2005.

基于ONVIF标准的设备发现的设计与实现

作者：

[马宇昌](#)，[沈苏彬](#)，[欧阳志友](#)，[MA Yu-chang](#)，[SHEN Su-bin](#)，[OUYANG Zhi-you](#)

作者单位：

[马宇昌, 沈苏彬, MA Yu-chang, SHEN Su-bin\(南京邮电大学 计算机学院, 江苏 南京, 210003\)](#)
[， 欧阳志友, OUYANG Zhi-you\(南京邮电大学 物联网学院, 江苏 南京, 210003\)](#)

刊名：

[计算机技术与发展](#)

ISTIC

英文刊名：

[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：

2013(11)

本文链接：http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201311056.aspx