

# Web 服务发现技术研究

毛 雪, 关侏红

(同济大学 电子与信息工程学院, 上海 201804)

**摘 要:** Web 服务近年来一直是学术界和工业界的研究热点, 其中如何准确而高效地找到符合用户需求的 Web 服务, 更是制约 Web 服务应用发展的重要的问题。目前, 为了提高 Web 服务发现的质量与效率, 有很多新颖且有效方法被提出。文中根据 Web 服务发现技术的研究现状, 主要从系统结构、服务描述、匹配方法方面对当前的 Web 服务发现技术进行归类 and 介绍, 分析和比较了各种服务发现方法的优势和缺点, 据此提出了 Web 服务发现技术面临的主要问题并指出了今后研究发展方向。

**关键词:** Web 服务发现; Web 服务描述; Web 服务匹配; 语义 Web 服务

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2011)03-0010-05

## A Survey on Web Services Discovery Techniques

MAO Xue, GUAN Ji-hong

(School of Electronics and Information, Tongji University, Shanghai 201804, China)

**Abstract:** The research on Web services has become a hot spot both in academic and industrial circles. One of the most important issues is how to discover the Web services for the requestors efficiently and effectively. Nowadays, more and more novel Web services discovery methods are presented. This paper introduces current Web service discovery techniques from the aspects of system structure, Web services description, matching. Analyze their advantages and disadvantages. Based on those, bring out the basic issues in current Web service discovery techniques, and point out the developing direction.

**Key words:** Web services discovery; Web services description; Web-services matching; Semantic Web services

## 0 引 言

Web 服务作为一种可重用、松散耦合的分布式计算模型, 近年来一直是学术界和工业界的研究热点。然而, 随着 Web 服务的普及与剧增, 如何准确高效地从数量庞大的 Web 服务群中发现并定位所需服务成为制约 Web 服务应用发展的关键问题。

目前, Web 服务发现技术方面的研究已经取得了很大进展, 除了传统的基于 UDDI 的 Web 服务发现及其改进方法之外, 很多新的 Web 服务发现方法被提出, 例如基于 P2P 网络的方法、基于信息检索模型匹配的方法、支持语义匹配的方法等, 这些方法侧重于从不同方面提高 Web 服务发现的质量和效率, 但是也有各自的缺陷。文中对目前存在的一些主要的 Web 服

务发现技术做出了总结, 对不同 Web 服务发现方法进行了分析比较, 并提出了 Web 服务发现技术中存在的主要问题, 展望了未来研究发展方向。

## 1 Web 服务概述

Web 服务是一种按标准语言描述并通过网络发布、发现和调用的自包含、自描述、松散耦合的构建集合<sup>[1]</sup>。

当前 Web 服务计算模型采用了一系列开放的规范, 包括 WSDL<sup>[2]</sup>、SOAP<sup>[3]</sup> 和 UDDI<sup>[4]</sup> 等。这些规范屏蔽了平台间的差异性, 实现当前环境下最高的可集成性和松耦合性。其中, WSDL (Web Services Description Language, Web 服务描述语言)<sup>[2]</sup> 是对 UDDI 中注册的服务进行描述的语言。SOAP (Simple Object Access Protocol, 简单对象访问协议)<sup>[3]</sup> 定义了服务请求者和提供者之间的消息传输规范。UDDI (Universal Description Discovery and Integration, 统一描述、发现和集成协议)<sup>[4]</sup> 是 Web 服务的信息注册规范, 同时也包含一组使服务提供者能将自身提供的 Web 服务注册以便别的用户能够发现的访问协议的实现标准。

收稿日期: 2010-06-27; 修回日期: 2010-09-27

基金项目: 国家自然科学基金 (60873040); 教育部新世纪优秀人才支持计划 (NCET-06-0376); 地球探测与信息技术教育部重点实验室开放基金

作者简介: 毛 雪 (1985-), 女, 辽宁本溪人, 硕士研究生, 研究方向为 Web 服务发现、P2P 网络; 关侏红, 教授, 博导, 研究方向为数据库、分布计算、信息检索、数据挖掘、地理信息系统及应用。

Web 服务体系结构基于三种角色(即服务提供者、服务注册中心和服务请求者)之间的交互。交互包括发布、查找和绑定操作。服务提供者描述 Web 服务并把描述文档发布到服务注册中心;服务请求者使用查找操作来从服务注册中心查找服务描述文档,然后根据服务描述信息与服务提供者进行绑定并调用 Web 服务;服务注册中心用来存储 Web 服务描述信息,为服务提供者发布服务,为服务请求者查找服务。图 1 表示了 Web 服务系统结构中的角色和相互之间的操作。

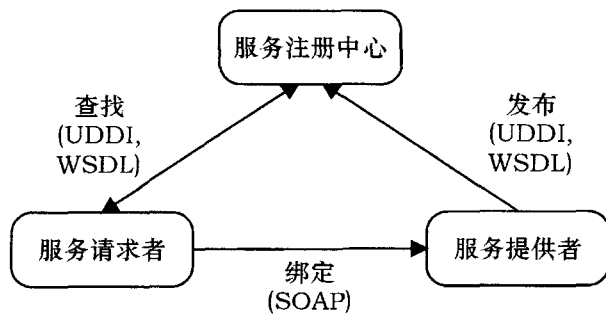


图 1 Web 服务体系结构

## 2 Web 服务发现技术

### 2.1 Web 服务发现系统结构

Web 服务发现系统结构决定了 Web 服务发布和部署的方式,极大影响了 Web 服务发现的效率,是 Web 服务发现的研究重点之一。目前,Web 服务发现系统结构主要分为集中注册式、分布注册式和分布非注册式三种。

#### 2.1.1 集中注册式

集中注册式是最基本最传统的 Web 服务发现系统架构方式。在这种结构中,服务提供者在发布 Web 服务时,需要在中心目录服务器注册 Web 服务的相关信息。用户通过查询中心目录服务器来获取相关 Web 服务的信息列表,从这些信息中筛选符合要求的服务提供者,然后访问服务提供者调用 Web 服务。传统的基于 UDDI 的方法就是采用集中注册式的结构,其中 UDDI 商业注册中心(UDDI Business Registry, UBR)起到目录服务器的作用。

#### 2.1.2 分布注册式

分布注册式就是将分布的注册中心服务器按照一定的拓扑结构连接起来形成注册中心联盟<sup>[5,6]</sup>,各注册中心彼此协作完成 Web 服务的发布与查找。在这种方式下,Web 服务信息分布在多个注册中心服务器中,服务请求需要根据一定的路由协议和定位机制被转发到相应的注册中心服务器进行匹配。其中典型代表是 METEOR-S<sup>[6]</sup>,它利用注册本体对 UDDI 注册中心基于领域进行分类,将 Web 服务根据其所属领域注

册在相应的注册中心以便于定位和查找。

#### 2.1.3 分布非注册式

实现分布非注册式的最有效方法是基于 P2P 网络,在此环境下无需设置中心目录服务器,服务完全分散于对等节点中。

非结构化的 P2P 网络采用了随机图的组织方式来形成一个松散的网络,当进行 Web 服务查找时,查询请求在网络中泛洪式传播,收到请求的节点采用一定的匹配算法将查询信息与本地存储的 Web 服务进行匹配,然后向请求节点返回匹配结果并对查询请求进行下一步转发<sup>[7]</sup>。与非结构化的 P2P 网络相比,结构化的 P2P 网络具有较强的可扩展性。它使用基于 DHT(Distributed Hash Table,分布式散列表)的分布发现和路由算法,通过分布式散列函数将 Web 服务查询关键字唯一映射到存储这个关键字的节点上,然后通过一些特定的路由算法和该节点建立连接。结构化的 P2P 网络局限性在于只支持精确匹配,不支持模糊匹配和复杂查询。文献[8]提出了一种保留地址特性的降维索引机制:利用空间填充曲线将多维的关键字映射到物理节点的一维的索引空间中,以支持带有通配符和部分关键字的复杂查询。

上述 3 种 Web 服务发现系统结构性能比较如表 1 所示。

表 1 Web 服务发现系统结构性能比较

系统结构	可扩展性	健壮性	可维护性	查找效率	查找质量
集中注册式	差	差	好	高	高
分布注册式	中	中	中	中	中
分布非注册式	好	好	中	中	差

### 2.2 Web 服务描述

Web 服务描述就是指服务提供者对 Web 服务功能属性、非功能属性和行为信息进行的描述,是完成 Web 服务请求和服务描述之间准确匹配的前提。目前 Web 服务描述语言主要有 WSDL<sup>[2]</sup>、WSDL-S<sup>[9]</sup>、OWL-S<sup>[10]</sup>和 WSMO<sup>[11]</sup>等。

WSDL(Web Services Description Language)<sup>[2]</sup>,即 Web 服务描述语言,是描述 Web 服务的协议,UDDI 系统就是采用 WSDL 来描述 Web 服务。WSDL 文档将 Web 服务定义为服务访问点或端口的集合,其中端口类型(PortType)是指操作的抽象集合,端口类型使用的具体协议和数据格式规范构成了一个绑定(Binding),将 Web 访问地址和与可再次使用的绑定相关联来定义一个端口(Port),而端口的集合就定义为服务(Service)。WSDL 是语法级别的描述语言,缺乏定义良好的语义信息,一些研究提出用支持语义的描述语言来描述 Web 服务。WSDL-S、OWL-S 和 WSMO 都是支持语义描述的语言。

WSDL-S<sup>[9]</sup>就是对 WSDL 中的元素添加语义标注,对现有的 Web 服务描述语言 WSDL 进行扩展,以达到为 Web 服务描述增加语义描述的目的。OWL-S<sup>[10]</sup>(Web Ontology Language Service)是基于本体的描述 Web 服务属性和功能的规范,它使用 OWL 语言构建上层本体描述与 Web 服务相关的属性、能力及执行结构等,目的是使计算机对服务可“理解”,以便于服务的发现、调用、互操作、组合、验证以及执行监控等。WSMO<sup>[11]</sup>(Web Service Modeling Ontology)是由欧盟 IST 支持的 SWWS 项目制定的 Web 服务建模规范,使用一阶谓词逻辑对 Web 服务进行描述,准确性高且易于计算机理解。

以上四种 Web 服务描述语言的比较详见表 2。

表 2 典型 Web 服务描述语言主要优缺点比较

描述语言	优点	缺点
WSDL	Web 服务标准规范,应用广泛	不支持语义信息描述
WSDL-S	基于标准 WSDL 扩展;支持不同描述语言标注	描述不全面,不系统
OWL-S	提供到标准 WSDL 的映射机制	无法有效描述 Web 服务行为
WSMO	有效解决异构问题	不提供到标准 WSDL 的映射机制

### 2.3 Web 服务匹配方法

Web 服务匹配方法是 Web 服务发现技术中的关键,目前大部分研究所提出的方法主要可分为关键字匹配、语义匹配、行为匹配和基于聚类匹配四种。

#### 2.3.1 关键字匹配

采用关键字目录是最简单的匹配方式:系统中存有专门记录 Web 服务及其关键字描述的目录。系统进行查询时,将用户查询的关键字与目录中的 Web 服务关键字进行逐一匹配,然后将匹配结果返回给用户。传统的 UDDI 以及其它一些注册式的系统就是采用此种方法。这种方法实现简单,查询效率高,但是匹配准确率较低;而且,对目录的维护较复杂、安全性低。

目前,信息检索技术发展日趋成熟,有很多研究提出采用信息检索技术中的建模及匹配方法。其中普遍采用的一种是基于经典的向量空间模型(Vector Space Model, VSM)<sup>[12,13]</sup>。这里 Web 服务和用户请求都是由关键字向量表示的,通过计算 Web 服务向量与查询向量之间的相似度来确定匹配程度。还有一种是采用潜在语义信息检索模型(LSI, Latent Semantic Indexing)<sup>[14]</sup>,它试图发现对象之间的关联模式及其隐藏的对象间的结构关系,可以看作是经典的 VSM 的改进。

#### 2.3.2 语义匹配

语义匹配方法能够更好地理解查询者用意,查找功能相似的 Web 服务,从而有效解决基于关键字查询的问题。当前实现语义匹配的主要方法是基于本体的

匹配。基于本体的匹配利用本体论对 Web 服务进行语义描述,以便挖掘 Web 服务的语义内容。本体论是一组概念及这些概念间关联描述的集合,它描述了包括客观事物及它们之间联系的领域知识。在进行 Web 服务匹配时可以通过查询领域本体库中所定义的概念之间的语义关系来进行匹配,并根据概念之间的语义关系定义匹配程度。

目前应用最广泛的基于本体的匹配方法是由 Massimo Paolucci 等人提出的一种基于 DAML-S 语言描述的语义匹配方法<sup>[15]</sup>。在这种方法中,Web 服务参数都是由本体概念描述的,因此参数之间的匹配可以看作是本体概念之间的匹配。作者根据本体概念之间的关系提出了四种匹配程度:精确(Exact)、可替代(Plug in)、包含(Subsumes)和互斥(Disjoint)。系统通过对 Web 服务基本描述和 IOPE 参数分别进行判断来确定符合用户需求的 Web 服务。现在的 Web 服务标准 UDDI 并不支持 Web 服务的语义描述,因此有的研究提出在 UDDI 中添加语义信息<sup>[16]</sup>。还有的研究将 P2P 网络查找方法和语义匹配方法相结合,形成基于 P2P 网络的支持语义的 Web 服务查找方法<sup>[7,17]</sup>,这些方法主要是在节点本地实现基于本体的匹配,或将网络节点按照语义信息的相似度建立连接或组成聚类。

#### 2.3.3 行为匹配

行为匹配主要是相对于功能匹配而言。有时,用户需要查找 Web 服务子过程以便进一步完成 Web 服务的组合。为了满足此类需求,解决功能匹配的局限性,一些 Web 服务行为匹配的方法被提出,目的在于匹配 Web 服务的操作过程。

实现行为匹配的关键问题是如何对 Web 服务过程进行建模。文献[18]采用树结构对 Web 服务建模,叶子节点表示原子服务,其余节点表示由其叶子节点组合而成的复合服务。匹配算法是递归实现的,从根节点开始追溯至叶子节点然后逐层向上进行匹配。文献[19]采用图结构表示 Web 服务的操作过程,顶点表示与用户的交互操作,边表示转移。这样,Web 服务的匹配问题就被转化成了图的匹配问题,然后通过计算图的编辑操作代价来确定匹配程度。鉴于 Web 服务根据与用户的信息交互来执行操作的特点,还有一些研究者采用有限自动机的形式表示 Web 服务<sup>[20]</sup>,通过分析比较两个 Web 服务自动机所表达的语言来确定匹配程度。

#### 2.3.4 基于聚类匹配

为了缩小查找目标范围,快速定位目标服务的位置,同时支持相似查询,一些研究提出基于聚类的匹配方法,就是首先将系统中的 Web 服务根据相似性进行聚合形成聚类,然后在与服务请求相关的聚类中进行

进一步的匹配与选择。

目前, Web 服务聚类方法大体可以分为两种: 基于关键字相似度的聚类和基于本体相似度的聚类。基于关键字相似度方面, 文献[21]采用词频/反词频(TF/IDF)方法分析 Web 服务操作参数的相似度来进行聚类。基于本体相似度方面, 文献[22]通过分析 Web 服务参数之间的本体距离来确定相似度, 本体距离即为在本体树中两个概念之间的最短路径。

以上四种 Web 服务搜索技术的比较详见表 3。

表 3 典型 Web 服务匹配方法主要优缺点比较

匹配方法	优点	缺点
关键字匹配	实现简单, 具有良好健壮性	不易挖掘语义信息, 匹配准确率低
语义匹配	匹配准确率高	技术不成熟, 实现困难
行为匹配	匹配全面	不易建模, 匹配方法复杂
基于聚类匹配	效率高, 支持相似查询	聚类范围难以掌握

### 3 Web 服务发现技术发展趋势分析

#### 3.1 Web 服务发现技术面临的主要问题

当前 Web 服务发现技术面临的主要问题集中于以下三方面: 查找质量、发现效率以及健壮性与可扩展性。

首先是查找质量的问题。查全率和查准率是评价查找质量的重要参数。影响查全率与查准率的关键是匹配方法的选择。基于关键字的匹配方法, 缺乏对关键字语义内容的理解, 查全率和查准率都不高。与关键字匹配相比, 语义的匹配方法能够更好的理解请求的语义内容, 提高了查全率和查准率。然而, 目前对本体的研究还不成熟, 缺乏行之有效的描述以及匹配方法, 尚未形成相应的规范标准。另外, 本体库也不易建立和维护。

影响查找质量的另一个因素是匹配方法的片面性与局限性。目前大部分匹配方法仅仅侧重于查找功能符合请求的服务, 忽略对行为信息和质量信息的描述和匹配, 因此无法从众多功能相似的服务中找出最符合请求者最佳需求的服务。

其次是发现效率问题。Web 服务发现系统结构是影响发现效率的主要因素。集中注册式的 Web 服务发现结构实现简单, 在系统中存储数据较少的情况下可以保证较高的发现效率, 但随着系统中数据的增多, 发现效率会明显下降, 尤其当某时段的查询请求过多时, 容易造成网络拥塞, 从而增加服务发现的时间。分布式的结构避免了集中式结构面临的问题, 但是系统维护开销大。目前被大部分研究者看好的基于 P2P 网络的 Web 服务系统, 结合了 P2P 网络的优点同时也继承了其缺陷: 非结构化的 P2P 网络的广播通信会给网络造成额外负担; 结构化的 P2P 网络不支持模糊查

询和复杂查询。

最后是健壮性与可扩展性的问题。健壮性与可扩展性会直接影响到系统的发展前景和使用寿命。由前文的对比分析可得, 集中注册式结构具有不可避免的健壮性和可扩展性差的问题; 分布非注册式具有良好的健壮性与可扩展性, 但是查找质量低, 系统维护开销大。在某些情况下, 查找质量、查找效率、健壮性与可扩展性是彼此之间相互矛盾的, 提高其中一方面性能可能会导致另一方面性能的下降, 这就需要折中考虑。

#### 3.2 Web 服务发现技术发展方向

目前, Web 发现技术的发展呈现如下趋势:

##### 1) 充分支持语义的 Web 服务发现。

目前支持语义的 Web 服务发现方法还不成熟, 在描述方面, 需要建立权威性的高质量的本体库; 在匹配方面, 需要将用户查询中各项条件同 Web 服务描述的各项性质进行合理对应, 根据用户意愿从不同方面进行匹配并且将匹配程度量化。

##### 2) 基于 P2P 网络结构的 Web 服务发现。

P2P 网络本身具有尚待解决的问题, 例如: 非结构化网络的有效路由问题和结构化网络的复杂查询的问题等。要将先进的 P2P 网络搜索技术同 Web 服务技术有效结合, 其中最主要考虑的是 Web 服务在 P2P 网络结构下的有效建模和索引机制。

##### 3) 提供个性化服务的 Web 服务发现。

利用语义分析和数据挖掘技术, 从用户提供的背景信息和查询信息中充分挖掘用户的兴趣爱好, 并据此进行 Web 服务的匹配、选择和排序。

##### 4) 实现自动和动态查找的 Web 服务发现。

自动是指尽可能减少人工操作; 动态是指根据实时信息进行查找。实现自动查找的关键是采用内容全面的、支持逻辑推理的、能够被机器理解的描述方式。实现动态查找需要在系统中设置能够检测并储存 Web 服务实时信息的机制。今后需要进一步研究的是如何在保证质量和效率的基础上实现 Web 服务自动查找和动态查找。

### 4 结束语

目前学术界和工业界在 Web 服务发现技术方面的研究取得了很大进展, 很多方法被提出, 它们侧重于不同的方面提高 Web 服务发现质量与效率。然而, Web 服务发现依然面临许多亟待解决的问题。如上所述, 当前所提出的组织结构方式、服务描述方法和匹配方法等都存在一定的缺陷, 具有进一步完善的巨大空间。大部分研究表明, Web 服务发现可以通过借鉴并运用其它相关方面的技术, 例如语义技术、P2P 技术、信息搜索技术等, 来探寻一些问题的解决方案, 但是这

些相关技术本身具有某些不适合 Web 服务特性的地方,需要进行相应改进。

#### 参考文献:

- [1] 蔡月茹,柳西玲. Web Service 基础教程 [M]. 北京:清华大学出版社,2005:2-5.
- [2] Web Service Description Language (WSDL) 1.1 [EB/OL]. 2001-03. <http://www.w3.org/TR/wsdl/>.
- [3] Simple Object Access Model (SOAP) 1.1 [EB/OL]. 2000-05. <http://www.w3.org/TR/soap/>.
- [4] UDDI Version 3.0.1, [EB/OL]. 2003-10. <http://uddi.org/pubs/uddi-v3.0.1-20031014.htm>.
- [5] Sivashanmugam K, Verma K, Sheth A. Discovery of Web Services in a Federated Registry Environment [C]// Proceedings of IEEE International Conference on Web Services (ICWS'04). California, USA: IEEE Computer Society, 2004:270-278.
- [6] Verma K, Sivashanmugam K, Sheth A, et al. METEOR-S WSDI: A Scalable Infrastructure of Registries for Semantic Publication and Discovery of Web Services [J]. Journal of Information Technology and Management, 2005, 6(1):17-39.
- [7] Kashani F B, Chen C C, Shahabi C. WSPDS: Web Services Peer-to-Peer Discovery Service [C]// Proceedings of the International Conference on Internet Computing. Las Vegas, USA: CSREA Press, 2004:733-743.
- [8] Schmidt C, Parashar M. A Peer-to-Peer Approach to Web Service Discovery [J]. World Wide Web, 2004, 7(2):211-229.
- [9] Web Service Semantics - WSDL-S [EB/OL]. 2005-11. <http://www.w3.org/Submission/WSDL-S/>.
- [10] OWL-S: Semantic Markup for Web Services [EB/OL]. 2004-11. <http://www.w3.org/Submission/OWL-S/>.
- [11] Web Service Modeling Ontology (WSMO) [EB/OL]. 2005-06. <http://www.w3.org/Submission/WSMO/>.
- [12] Wang Y, Stroulia E. Flexible Interface Matching for Web-Service Discovery [C]// Proceedings of Web Information Systems Engineering (WISE'03). Rome, Italy: IEEE Computer Society, 2003:147-156.
- [13] Platzer C, Dustdar S. A vector space search engine for web services [C]// Proceedings of European Conference on Web services (ECOWS'05). [s.l.]:[s.n.], 2005.
- [14] Ma J, Zhang Y, He J. Web Services Discovery based on Latent Semantic Approach [C]// Proceedings of IEEE International Conference on Web Services (ICWS'08). Beijing, China: IEEE Computer Society, 2008:740-747.
- [15] Paolucci M, Kawamura T, Payne T, et al. Semantic Matching of Web Services Capabilities [C]// Proceedings of International Symposium on Wearable Computers (ISWC'02). Sardinia, Italy: Springer, 2002:333-347.
- [16] Paolucci M, Kawamura T, Payne T R, et al. Importing the Semantic Web in UDDI [C]// Proceedings of International Workshop on Web Services, E-Business, and the Semantic Web. Toronto, Canada: CAiSE, 2002:225-236.
- [17] Xu B, Chen D. Semantic Web Services Discovery in P2P Environment [C]// Proceedings of International Conference on Parallel Processing Workshops (ICPPW'07). Xi' An, China: IEEE Computer Society, 2007:60-65.
- [18] Bansal S, Vidal J M. Matchmaking of Web Services Based on the DAML-S Service Model [C]// Proceedings of International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS'03). Melbourne, Victoria, Australia: Proceedings. ACM, 2003:926-927.
- [19] Grigori D, Corrales J C, Bouzeghoub M. Behavioral match-making for service retrieval [C]// Proceedings of IEEE International Conference on Web Services (ICWS'06). Chicago, Illinois, USA: IEEE Computer Society, 2006:145-152.
- [20] Mahleko B, Wombacher A, Fankhauser P. A Grammar-Based Index for Matching Business Processes [C]// Proceedings of IEEE International Conference on Web Services (ICWS'05). Orlando, FL, USA: IEEE Computer Society, 2005:21-30.
- [21] Dong X, Halevy A, Madhavan J, et al. Similarity Search for Web Services [C]// Proceedings of the 30th International Conference on Very Large Data Bases. Toronto, Canada: Springer, 2004:372-383.
- [22] Rajagopal S, Selvi S, Rajagopalan M R, et al. Semantic Grid Service Discovery Approach using Clustering of Service Ontologies [C]// Proceedings of IEEE TENCON 2006. Hong Kong: IEEE Computer Society, 2006:1-4.
- [9] mated cartography [J]. Communications of the ACM, 1981, 24(6):381-395.
- [9] 于起峰,尚洋. 摄像测量学原理与应用研究 [M]. 北京:科学出版社, 2009:197-198.
- [10] Bay H. From wide-baseline point and line correspondences to 3D [D]. Zurich: ETH Zurich, 2006.
- [11] Lowe D G. Distinctive image features from scale-invariant keypoints [J]. International Journal of Computer Vision, 2004, 60(2):91-110.
- [12] Brown M, Lowe D G. Invariant features from interest point groups [C]// British Machine Vision Conference. [s.l.]:[s.n.], 2002:656-665.
- [13] 李庆忠,耿晓玲,王冰. 大视场视频全景图快速生成方法 [J]. 计算机工程, 2009, 35(22):170-172.

(上接第 9 页)