

兼容 DNS 的一体化网络资源解析系统

王 琼, 杨 冬, 高德云

(北京交通大学 电子信息工程学院, 北京 100044)

摘 要:文中在理解域名解析系统结构的基础上,针对 DNS 系统面向主机解析存在的缺陷,将一体化网络中面向资源的解析机制引入 DNS 系统,提出了兼容 DNS 的资源解析系统。该系统在原有 DNS 的查询类型的基础上添加了新的查询类型方式 RSID,并采用面向资源的解析方式,利用层次性分布式结构实现了一体化网络资源解析系统与现有 DNS 系统的过渡。新系统利用服务标识面向资源解析的优势,克服了目前域名解析系统面向地理位置解析的问题,并且使用分层的分布式系统,在一定程度上提高了原有一体化网络的资源查询效率。

关键词:域名解析;一体化网络;分布式

中图分类号:TP31

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)01-0001-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.01.001

A DNS Compatible Resource Resolving System in Universal Network

WANG Qiong, YANG Dong, GAO De-yun

(School of Electronic and Information Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: Aiming at the defects existed in domain name system faced to server resolving, based on understanding of domain name resolving system structure, combine the recourse resolving strategy defined in the universal network with the DNS, and design a DNS compatible resolving system. In this system, add a new query type named RSID into the original DNS, and utilize the resource oriented resolving method. A hierarchical and distributed architecture is designed to smoothly transform the current domain name system to resource resolving system in universal network. This new system takes advantage of the service identifier in resolving resource, and meanwhile it overcomes the problem of relying on server's physical address in the current DNS. What's more, this system uses the layered distributed architecture, therefore the resource query efficiency in the original universal network is improved.

Key words: DNS; universal network; DHT

0 引 言

资源访问和服务获取一直是互联网服务的核心功能。随着网络应用的增加以及网民的增多,互联网的负担日益加重,这使得人们对互联网域名解析系统的研究力度也持续加大。目前,域名解析系统(Domain Name System)应用技术成熟,在全球拥有大规模的部署。DNS 采用了树状系统结构和层次命名空间,便于数据管理,但是由于其解析完成的是域名与主机物理位置映射,而非直接面向资源数据,导致网络的灵活性降低,数据冗余性增加。且在实际应用时,该系统命名

方式不支持数据移动和复制^[1],系统鲁棒性不强^[2]等。统一资源名^[3,4](Uniform Resource Names, URN)摆脱了资源随着位置移动而变化的弊端,能为每个资源赋予唯一的资源名。然而 URN 的系统架构仍仿照 DNS 系统架构,这使得它仍具有 DNS 的一些局限性。INS^[5](Intentional Naming System)可以高效地完成 Internet 中的资源发现和服务定位,但它高额的系统代价直接导致 INS 无法应用于大规模的网络服务。

2007 年启动的国家“973”项目“一体化可信网络与普适服务体系基础研究”中提出了一体化网络^[6]。该网络创新性地提出“服务层”和“网通层”双层架构,保证了服务应用的灵活性、安全性和移动性。其中服务层提出的服务标识(Service Identifier, SID),很好地解决了资源对存储位置的依赖问题,并且增强了网络名字的可扩展性和健壮性,消除了地址篡改欺骗、DOS 攻击等问题。

但目前 DNS 系统不支持对 SID 的解析,这导致现

收稿日期:2012-04-17;修回日期:2012-07-21

基金项目:国家自然科学基金资助项目(61100219,60903150);中央高校基本科研业务费专项资金(2012JBM010)

作者简介:王 琼(1987-),女,山西人,硕士研究生,研究方向为下一代互联网理论、新网络服务理论;高德云,副教授,博士生导师,研究方向为无线传感器网络、无线局域网、移动互联网、性能评价。

有网络在资源获取方面,向一体化网络的过渡存在断层。因此文中在 DNS 原有结构基础上,添加了面向资源解析的分布式系统,以此实现对 SID 的支持。该系统不对 DNS 数据包结构进行修改,只是在 DNS 原有报文中添加新查询类型 RSID,以完成 SID 的解析。

1 一体化标识网络

在一体化标识网络中,将国际 OSI 7 层结构的上 4 层或现有互联网 4 层结构的上两层融合为一层“服务层”,该层主要负责面向资源解析的应用。

一体化标识网络中的服务层提供了对多种业务的支持,实现了网络的普适服务。

服务层包含两个模块和两次映射。两个模块为虚拟服务模块和虚拟连接模块,两次映射为服务标识解析映射与连接标识解析映射。其中,虚拟服务模块利用服务标识 SID 来描述和表示多种业务服务,虚拟连接模块利用连接标识 CID 来为每个业务提供多种连接。服务标识解析映射完成服务对象到多个服务连接的映射,连接标识解析映射则将服务连接映射到“网通层”的多个连接,保证了两个层间结构连接性,实现一次业务对应多个连接、多种路径选择的理念^[7,8]。

2 兼容 DNS 的一体化网络资源解析系统

2.1 域名解析机制

域名解析(Domain Name System, DNS)是 Internet 网络的一项核心服务,它完成 TCP/IP 的应用层和传输层之间的域名与 IP 地址的相互映射,是一个分布式数据库。由于域名本身含有一定的意义,使人能够方便访问互联网,无需记忆 IP 数据串。

2.1.1 DNS 解析过程

DNS 是一种组织域层次结构的计算机和网络服务命名系统。它的工作过程如下:一个用户需要解析 www.sina.com.cn 域名所对应的 IP 时,该域名首先被发往首选 DNS 服务器。首选 DNS 服务器分析域名,并确定对于顶级域名 cn 具有绝对控制权的服务器位置。通过对 cn 域名服务器进行迭代查询,以获取 com.cn 域名服务器的信息。然后 com.cn 服务器将应答传送到 sina.com.cn 的域名服务器。最后,完成与 sina.com.cn 服务器的连接过程。

2.1.2 域名解析系统缺陷

在网络的资源访问和数据获取过程中,用户关心的往往是资源本身,而并不是资源所处的物理主机位置。这就要求用户获取的资源标识应该长期存在,不能随着资源位置的变化而变化。但是对于域名解析系统的解析过程来讲,其完成的是域名与资源存放主机的 IP 地址的相互映射,资源获取过程依赖于主机的地

理位置。一旦某资源存放的主机地址发生改变,那么对应的资源记录就需要重新登记。这样的解析过程使得资源移动性差,并且缺少对资源的描述,不利于面向资源的直接获取^[9]。

2.2 面向资源解析系统

文中在 DNS 结构基础上,引入一体化标识网络中的服务标识,设计了一个兼容 DNS 的资源解析系统。该系统在不改变 DNS 原有数据报文结构的前提下,引入新查询类型 RSID,同时添加了分布式解析架构,用于对 RSID 进行解析。这样一来,网络既能支持现有 DNS 树形结构分层查找机制,又可以实现一体化网络中提出的用 SID 解析资源的功能。该系统结构如图 1 所示。

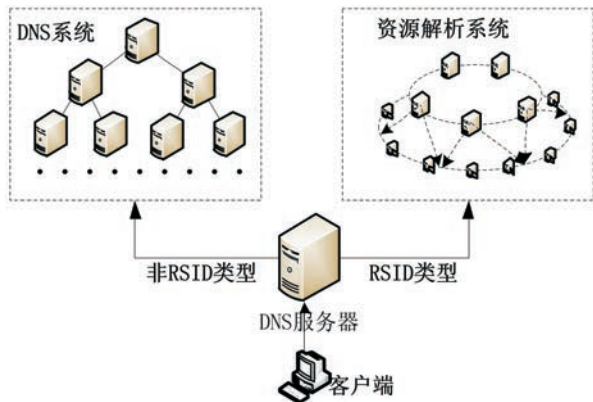


图 1 系统结构

2.2.1 服务标识生成方式

为克服 DNS 系统面向主机地址解析方式的缺陷,文中采用对资源本身进行哈希的方式来标识资源。据 CNNIC 发布的《第 29 次中国互联网络发展状况统计报告》,截止 2011 年 12 月底,仅中国的网页数量就超过 866 亿个,比 2010 年同期增长 44.3%。因此,为满足当前以及未来一段时间内的网络资源总数,减少资源碰撞率,提高安全性,选用 160 位的 SHA-1 安全哈希算法对资源进行哈希,以获得唯一资源标识符(SID)。

生成 160bit 的 SID,需要 5 步:填充附加位、附加报文长度值、初始化变量、使用函数处理报文分组、计算摘要输出结果。其中对于资源实体, $SID = SHA1(\text{Entity Content})$,即对实体资源自身的二进制码进行哈希,得到服务标识(SID);对于抽象服务或特定服务的身份标识, $SID = SHA1(\text{Service Attribute})$ ^[10]。

为加强对资源的描述,除对资源采用扁平唯一结构标识外,还为每个资源添加其他相关信息的数据,这些相关信息包括服务描述、服务质量、端口及路径等信息,其中只有部分信息为用户可查信息。当用户通过查询获得资源 SID 的同时,也可以看到资源的可用描述信息,这样用户可以进行最优选择。

2.2.2 资源解析系统结构

本系统利用一个层状 Chord 系统进行解析。整个 Chord 系统中含有一个由广域范围大量节点共同维护的 SID 表。该 SID 表依据一定的规则,分布到系统中的 N 个节点进行存储。当使用哈希算法得到一个资源的 SID 时,系统会将 SID 以及该资源所在的物理位置作为一个条目存储到最底层 Chord 环中的某个节点。资源解析就是由资源的 SID 找到该 SID 所在的 Chord 节点,并从该节点的数据库中获取这个资源所在的物理位置的过程。

在一体化标识网络现有设计中,采用的是单层 Chord 系统。但随着网络规模不断扩大,网络中的资源查询次数也随之增加。对于单层 Chord 算法,其查询复杂度为 $O(\log N)$ 。当 N 很大时,单层 Chord 算法的查询速度较慢。为加快搜索速度,减少路由开销,文中设计新的层次化的资源解析系统如图 2 所示。

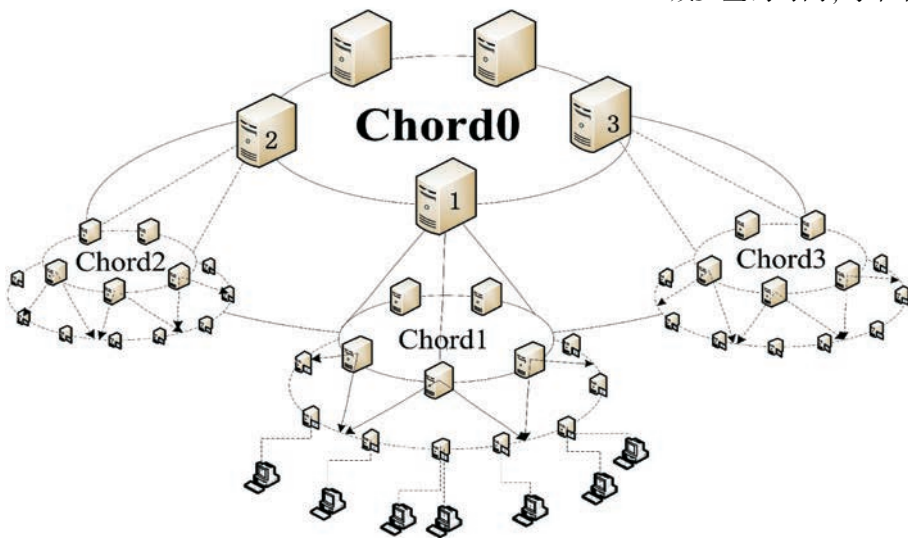


图 2 双层资源解析映射系统

图 2 为双层 Chord 环结构,由上至下,Chord0 为第一层环状结构,Chord1, Chord2, Chord3 等并行构成第二层环状结构。在第一层 Chord0 结构中每一个服务器 x 都负责第二层结构中的一个环 Chord x , 并记录该 Chord x 负责的 SID 值范围。仿照一体化网络结构,在第二层结构中,每个服务器都会负责一部分鉴权服务器,鉴权服务器用来验证数据包中的数据信息或者服务请求是否合法。网络中每一个用户都会连接一个鉴权服务器,以保证网络的安全性。

在 Chord^[11] 协议中,节点按照标识符大小顺时针环状排列。节点标识符取值域是 $[0, 2^m-1]$,其中 m 为标识符的长度。在一致哈希中,数据对象 k 被保存在后继节点上,记作 $\text{successor}(k)$,该节点的标识等于 k 值或紧跟着 k 值。一般情况下,节点的加入和离开都会使得 Chord 系统重新分配系统节点的标识空间。

为了提高 Chord 的路由效率,每个 Chord 节点还需维护一个路由表。每一个表项包含 5 项内容:开始标识符(start)、标识符区间(interval)、节点(node)、前驱(successor)及后继(predecessor)。例如,对有 m (m 是标识符位数) 个条目的路由表 finger 来讲,节点 n 的 finger 表中第 i 个表项的属性及定义如表 1 所示。

表 1 含有 m 位标识符的节点 n 的变量定义

符号	定义
$\text{finger}[i].\text{start}$	$(n + 2^{i-1}) \bmod 2^m, 1 \leq i \leq m$
interval	$(\text{finger}[i].\text{start}, \text{finger}[i+1].\text{start})$
node	大于等于 $n.\text{finger}[i].\text{start}$ 的第一个节点
Successor	$\text{finger}[1].\text{node}$, 即后继节点
Predecessor	即前驱节点

新的面向资源解析系统采用双层 Chord 架构,为减少查询时间,每个节点除了维护路由表外还需添加一个区间表。对于顶层 Chord0 中的节点 x 来说,该表记录 x 管理的二层 Chord 环 Chord x 中的 SID 范围,对于第二层 Chord x 中的每个节点,同样有一个表记录着整个环 Chord x 中的 SID 范围。

对于任意单个 Chord 环,设节点数为 N ,由于 Chord 中节点的查找过程效率类似于二分查找法,则整个算法的逻辑路由跳数至多为 $\log N$ 。在添加的面向

资源解析系统中,设 Chord 的节点数为 M ,每一个二层 Chord x 的节点数为 N ,则在该双层网络结构中,查找的逻辑路由跳数至多为

$$\frac{1}{M} * \log M + \frac{M-1}{M}(\log M + \log N)$$

(1)

而对于相同规模的 Chord 系统来说,其需要查找的逻辑路由跳数最多为

$$\log(M * N) = \log M + \log N$$

(2)

由公式(2)-(1)得结果为 $(\log N)/M$, 即当系统中包含的节点数越多,文中提出的层状 Chord 系统的优势就越明显。

2.2.3 资源解析过程

由 RFC1035^[12] 可知,DNS 报文格式如图 3 所示。其中前 12 个字节为首部,首部由 ID 标识、标识、问题数、资源记录数、授权资源记录数和额外资源记录数 6 部分组成。

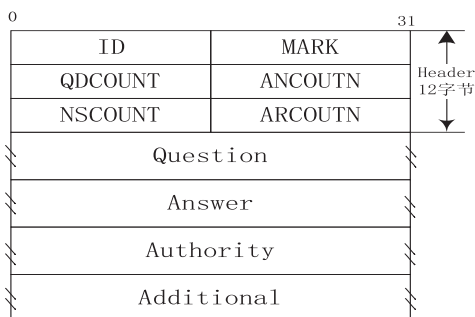


图 3 DNS 报文格式

DNS 报文中 Question 部分的格式如图 4 所示。其中查询名部分长度不定,一般为要查询的域名。此部分由一个或者多个标示符序列组成,每个标示符以首字节数的计数值来说明该标示符长度,每个名字以 0 结束。计数字节数必须是 0~63 之间。QTYPE(2 字节)用来区分 DNS 是何种查询方式。QCLASS(2 字节):通常为 1,指 Internet 数据。

DNS 服务器根据查询问题(QNAME)中的查询类型(QTYPE),来区分客户端的查询请求。为了在 DNS 报文中封装 SID 解析请求,添加一个新的 QTYPE,命名为资源服务标识(Resource SID,RSID)。该操作类型指明,数据包所要进行的查询类型为面向资源的解析查询。

该数据包格式如图 5 所示。

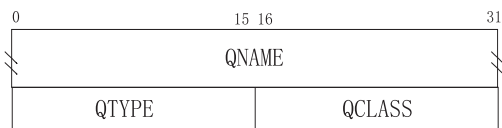


图 4 原数据包格式

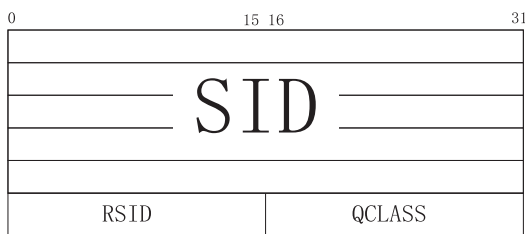


图 5 RSID 数据包格式

为简化资源获取过程,现只对面向资源解析系统的第二层 Chord 环部分的工作流程进行分析,简化结构如图 6 所示。

资源解析过程如下:

1. 用户向关键字服务器查询关键字,如资源存在,关键字服务器应答并返回该资源的服务标识。其中对于处于不同主机位置的同一资源,返回相同 SID,但是携带的 QoS 等附加信息有所区别。

2. 用户选取一个需要查询获取的 SID 链接,发往鉴权服务器。如果该 SID 合法,鉴权服务器会将该查

询信息发往管理该鉴权服务器的 DNS 解析服务器;如果该 SID 不合法,鉴权服务器会拒绝此次查询。

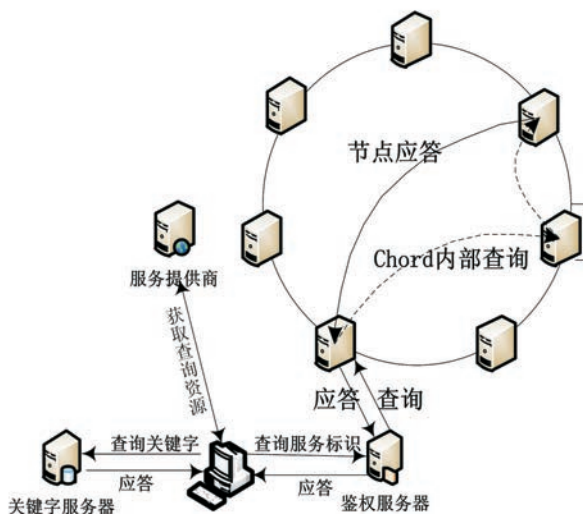


图 6 第二层 Chord 环查询过程

3. DNS 解析服务器依靠查询类型进行查询判断。如果是非 RSID 查询类型,则按照正常的 DNS 分布式方式进行查询;如果是 RSID 查询类型,则该数据包递交给资源解析系统。

4. 在 Chord 中,节点首先会查询节点中所维护的资源包含区间,如果 SID 落在该区间,则在本层 Chord 环中查找,否则节点向上一层管理节点提交该查询。对于属于本层的资源查找,Chord 以正常工作方式逐次向后查找,直至返回正确资源存放地址结果;对于提交到上层的查找,Chord 同样以正常方式逐次向后查询 SID,直到其落在正确查找区间,由该区间的负责节点向其管理的二层 Chord 环递交查询,在二层 Chord 环中继续查找直至返回正确资源存放地址结果。

5. 用户与服务提供服务器链接,获取资源。

2.2.4 系统优势

与传统的 DNS 解析机制相比,使用面向资源解析机制,摆脱了资源存储地址的限制,增加了服务描述符,降低了查询结果的数据冗余性,能采取一定策略为用户提供最佳的资源链接。此外,使用面向资源解析机制,还解决了由于域名的归属权问题产生的纠纷,增强了网络安全性。并且与传统的单层 Chord 结构相比较,使用分层的 DHT 结构可以减少路由查询最大数,从而提高了查询效率。

3 结束语

文中在传统的 DNS 域名解析系统的基础上,引入一体化网络中的服务标识,并使用层次性 DHT 分布式系统,克服了当前域名解析系统存在的一些固有缺陷,创新性地完成了现有 DNS 系统与一体化网络系统的



图 4 飞行器碰撞仿真图

3 结束语

文中提出了一种基于改进的空间分解和快速判交的碰撞检测算法,即首先通过对空间的线性分解将不相交的物体对排除,然后对排除后的物体建立包围盒快速判交判断是否发生碰撞。在空间分解法中采用了一种灵活的数据结构即哈希表,利用哈希表的特性能够解决多个物体共空间的问题。同时采用多边形相交快速检测算法,降低了时间复杂度,为仿真的实时性创造了条件,并通过试验验证了该方案的可行性及有效性。但文中暂时未涉及对精确碰撞点的检测^[12],因此下一步研究的重点在于满足实时性要求的同时精确检测碰撞点问题。

参考文献:

- [1] 马登武,叶文,李瑛. 基于包围盒的碰撞检测算法综述

(上接第 4 页)

兼容架构。该系统为下一代网络在资源访问和数据查找方面,向一体化新网的过渡提出了很好的解决方案。

该兼容 DNS 的一体化网络资源解析系统仍处于测试阶段,其在具体性能指标和实际部署方案仍存在可以优化的方面,有待进一步深入研究。

参考文献:

- [1] Walfish M, Balakrishnan H, Shenker S. Untangling the web from DNS[C]//Proceedings of the 1st Conference on Symposium on Networked Systems Design and Implementation. San Francisco, California: [s. n.], 2004:225-238.
- [2] Pappas V, Wessels D, Massey D, et al. Impact of Configuration Errors on DNS Robustness[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2009, 27(5):275-290.
- [3] Sollins K. Architectural principles of uniform resource name resolution[S]. RFC 2276, 1998.
- [4] Sollins K, Masster L. Functional Requirements for Uniform Resource Names[S]. RFC 1737, 1994.
- [5] Adje-Winoto W, Schwartz E, Balakrishnan H, et al. The de-

[J]. 系统仿真学报, 2006, 18(4):1058-1064.

- [2] Virtual computer corporation hardware object technology development system user's guide[EB/OL]. 1998. <http://www.vcc.com>.
- [3] Hubbud P M. Approximation Polyhedra with Spheres for Time-critical Collision Detection[J]. ACM Trans on Graph, 1996, 15(3):179-210.
- [4] Palmer I J, Grimsdale R L. Collision Detection for Animation Using Sphere-trees[J]. Computer Graphics Forum, 1995, 14(2):105-116.
- [5] 陈学文,丑武胜,刘静华,等. 基于包围盒的碰撞检测算法研究[J]. 计算机工程与应用, 2005, 41(5):46-50.
- [6] Guigue P, Devillers O. Fast and Robust Triangle-Triangle Overlap Test Using Orientation Predicates[J]. Journal of Graphics Tools, 2003, 8(1):25-42.
- [7] 朱元峰,孟军,谢光华,等. 基于复合层次包围盒的实时碰撞检测研究[J]. 系统仿真学报, 2008, 20(2):372-377.
- [8] 黄可. 层次包围盒的碰撞检测算法研究[J]. 中国科技信息, 2010(17):97-98.
- [9] Miller T. A fast triangle-triangle intersection test[J]. Journal of Graphics Tools, 1997, 2(2):25-30.
- [10] 申静波,唐国维,李井辉. 基于夹边边对的凸多边形间快速相交检测算法[J]. 计算机工程与科学, 2007, 29(12):93-94.
- [11] 许强,吕晓峰,马登武. 三角形和三角形相交测试技术研究[J]. 计算机仿真, 2006, 8(8):76-78.
- [12] 王志强,洪嘉振,杨辉. 碰撞检测问题研究综述[J]. 软件学报, 1999, 10(5):545-551.

sign and implementation of an intentional naming system[J]. ACM SIGOPS Operating Systems Review, 1999, 34(2):186-201.

- [6] 张宏科,苏伟. 新网络体系基础研究——一体化网络与普适服务[J]. 电子学报, 2007, 35(4):593-598.
- [7] 张宏科,秦雅娟,周华春,等. 一种实现一体化网络服务的体系结构[P]. 中国:200510134579, 2005-12-19.
- [8] 杨冬,周华春,张宏科. 基于一体化网络的普适服务研究[J]. 电子学报, 2007, 35(4):607-613.
- [9] 杨冬. 面向资源的普适服务网络体系基础研究[D]. 北京:北京交通大学, 2008.
- [10] 张宏科,王博,张思东,等. 实现一体化网络中普适服务的方法[P]. 中国:200610169726, 2006-12-28.
- [11] Stoica I, Morris R, Karger D, et al. Chord: A scalable peer-to-peer lookup service for internet applications[C]//Proceedings of the 2001 ACM SIGCOMM Conference. [s. l.]: [s. n.], 2001:149-160.
- [12] Mockapetris P. Domain Name-implementation and Specification[S]. RFC 1035, 1987.

兼容 DNS 的一体化网络资源解析系统

作者: [王琼](#), [杨冬](#), [高德云](#)
作者单位: [北京交通大学 电子信息工程学院, 北京 100044](#)
刊名: [计算机技术与发展](#)
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)
年, 卷(期): 2013(1)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjtz201301003.aspx