

IMS 中一种快速的用户重注册过程

张奇支 黄兴平 范冰冰

(华南师范大学计算机学院 广州 510631)

摘 要 针对 IMS(IP Multimedia Subsystem)中已注册用户的重注册过程,提出了一种改进的快速重注册方法。由于已注册用户的 UE(User Equipment)已经记录归属地 S-CSCF(Serving-Call Session Control Function)的地址信息,因此在重注册过程中,通过在 REGISTER 消息中携带 S-CSCF 的路由信息,让 REGISTER 消息直接从拜访地的 P-CSCF(Proxy-Call Session Control Function)转发到归属地的 S-CSCF,可以有效地减少重注册延时。分析结果显示,改进的快速重注册过程要优于标准重注册过程和已有的一些改进过程。同时,它对网络的改动较小,容易实现。

关键词 IMS, SIP, 注册, 重注册

中图分类号 TN915.43 **文献标识码** A

Fast Re-registration Procedure for User in IMS

ZHANG Qi-zhi HUANG Xing-ping FAN Bing-bing

(School of Computer, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

Abstract Aimed at the re-registration procedure of user who has registered in IMS(IP Multimedia Subsystem), an improved fast re-registration method was proposed. As a registering user's UE(User Equipment) has known the address information of S-CSCF(Serving-Call Session Control Function) in home network, the delay of re-registration can be decreased effectively by carrying routing information of S-CSCF and transferring the REGISTER message from P-CSCF(Proxy-Call Session Control Function) in visited network to S-CSCF in home network directly. Analysis result shows that the improved fast re-registration mechanism is better than the standard re-registration procedure and some improved procedure proposed by other researchers. Furthermore, the fast re-registration procedure has minor change to IMS network and can be realized easily.

Keywords IMS, SIP, Registration, Re-registration

1 引言

IMS(IP Multimedia Subsystem)^[1]是 IP 多媒体子系统的简称,是 3GPP(the 3rd Generation Partnership Project, 第三代合作伙伴计划)在 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System, 通用移动通信系统)R5 标准版本中正式提出的,其目的是将核心网络统一到全 IP 的网络结构上,并实现固定网络和移动通信网络的融合,是下一代网络的发展方向。

IMS 通过 SIP(Session Initiation Protocol, 会话初始化协议)^[2]来控制用户的业务会话,以实现业务与接入网的无关性。在不考虑与其他外部网络互联的前提下,图 1 显示了一个最简单的 IMS 网络的结构图。P-CSCF(Proxy-Call Session Control Function, 代理-呼叫会话控制功能)作为 IMS 网络的入口点,通常位于拜访网络,是 UE(User Equipment, 用户设备)接入 IMS 网络的第一个连接点。它负责在用户的拜访网络与归属网络之间转发 SIP 信令流,同时执行加密和压缩等功能。I-CSCF(Interrogation-Call Session Control Function, 问询-呼叫会话控制功能)是归属网络的入口点,其功能与防火墙类似,主要对外隐藏归属网络内部的拓扑结构。S-CSCF

(Serving-Call Session Control Function, 服务-呼叫会话控制功能)是 IMS 中最重要的网络实体,负责用户的注册和会话控制,同时根据触发条件决定某次会话需要向哪个应用服务器进行触发。HSS(Home Subscriber Server, 归属用户服务器)是一个主要的数据库,存储所有与用户和业务相关的数据,包括用户身份、注册信息和服务触发条件等。SIP AS 是基于 SIP 的应用服务器,拥有广泛的增值多媒体业务,可以提供在线业务、消息、会议等业务。

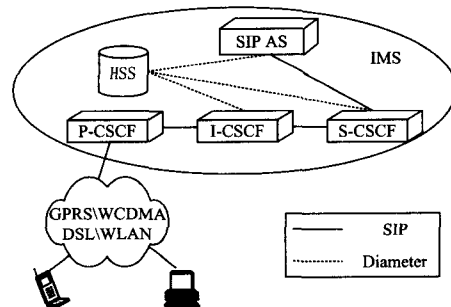


图 1 简化的 IMS 网络结构图

IMS 中的位置管理和会话管理被尽可能指向归属网络。

到稿日期:2009-10-30 返修日期:2010-01-14 本文受国家自然科学基金项目(60703094)资助。

张奇支(1976-),男,博士,副教授,主要研究方向为下一代网络技术、移动 IP 技术, E-mail: qizhi163@tom.com; 黄兴平(1979-),男,博士,讲师,主要研究方向为下一代网络技术; 范冰冰(1962-),男,教授,主要研究方向为下一代网络技术。

用户通过 UE 向其归属网络的 S-CSCF 发送 REGISTER 消息来进行网络注册,以生成注册用户的公共用户标识和 UE IP 地址之间的绑定关系。用户的注册有助于 IMS 正确地定位用户当前的位置。当其他用户呼叫该用户时,通过被叫用户归属网络的 S-CSCF 即可找到该用户。

用户注册后,当其需要更新当前的注册或是改变当前的注册状态时,UE 会周期性地发起应用层的重注册请求。当 UE 的能力发生变化时,也会进行重注册。重注册过程和初始化注册过程基本相同(详见本文第 2 节)。

由于 IMS 中的位置管理和会话管理被尽可能指向归属网络,因此产生的注册过程和会话过程都必须经过主被叫的归属网络。在主被叫均漫游的情况下会导致 SIP 信令经过的路程比较长,再加上对 HSS 的查询操作,所产生的延时也会相应增大。

目前已有不少作者对这一问题进行了研究。Lin 等人^[3]在分析 IMS 用户的注册过程后,提出了一种缓存机制,即在注册用户的归属 I-CSCF 中缓存为该用户提供注册服务的 S-CSCF 地址信息,其目的是想在该用户作为被叫时,通过减少 I-CSCF 向 HSS 数据库的查询次数来加速会话建立过程。此方案致命的缺点是用户注册后,必须要求所有后续会话经过同一个 I-CSCF。当一个网络中的 SIP 服务器需要访问另一个网络中的 SIP 服务器时,它会通过 DNS 解析获得 I-CSCF 的 IP 地址。由于 DNS 的负载均衡机制,所获得的 IP 地址不一定对应同一个 I-CSCF。吕新荣等人^[4]试图将用户的注册过程限制在拜访网络,提出了一种分布式的位置管理策略,使得会话建立过程可在用户的拜访网络之间进行而不必经过归属网络。但它对 IMS 网络的体系结构改动较大,同时需要归属网络和拜访网络中的应用服务器的业务能力一致。针对用户的位置更新问题,Larsen 等人^[5]提出了一种能较快完成用户重新注册和重新建立会话的方法,即 UE 在 IP 地址改变后进行重新注册时,新 P-CSCF 通过新增的上下文消息从旧 P-CSCF 那里获取原有的信息参数,以加快注册过程和会话建立过程。其不足是对网络的改动较大,难于实现。针对用户的重注册过程,Farahbakhsh 等人^[6]提出了一种能取消 I-CSCF 向 HSS 数据库进行查询的重注册方法,以有效减少重注册的延时,但他的方案仍然需要 I-CSCF 的参与。

本文在文献[6]的基础上,提出一种更加简洁的重注册过程。它不需要与用户归属网络的 I-CSCF 进行交互,可以更快地实现用户的重注册过程,同时对 IMS 网络中的 CSCF 服务器的影响也不是很大。

本文第 2 节介绍 IMS 用户正常的注册过程;第 3 节介绍改进的重注册过程,第 4 节对改进过程进行性能分析;最后进行总结。

2 IMS 用户的注册过程

IMS 中的位置管理通过用户的注册来完成。注册的目的是让 S-CSCF 能准确地知道用户当前的位置和状态。UE 在获得 IP 地址和完成 P-CSCF 发现过程之后,开始进入注册阶段。图 2 显示了一个未注册用户注册过程^[7]。其过程简述如下:

(1) UE 向 P-CSCF 发送 REGISTER 消息,其中携带了用户标识、归属域名和所分配的 IP 地址;

(2) P-CSCF 检查 REGISTER 消息中的归属域名,通过 DNS 地址解析,寻找归属网络的一个入口点 I-CSCF,然后向

它转发 REGISTER 消息;

(3)~(4) I-CSCF 和 HSS 交换 UAR 和 UAA 消息,选择一个可以为 UE 提供服务的 S-CSCF;

(5) I-CSCF 将 REGISTER 消息转发到 S-CSCF;

(6)~(7) S-CSCF 通过 MAR 消息向 HSS 请求认证数据来对用户进行认证,同时将自己的 URI 保存在 HSS 中,以使后续请求都可以路由到此 S-CSCF;

(8)~(10) S-CSCF 发送 401 未授权响应,要求对 IMS 终端进行认证挑战;

(11)~(20) UE 产生一个新的包含认证挑战响应的 REGISTER 消息,经 P-CSCF 和 I-CSCF 中转到达 S-CSCF。通过认证之后,S-CSCF 通知 HSS 用户已注册并下载用户的配置文件(SAR 和 SAA 交互),同时发送 200 OK 响应。UE 收到这个 200 OK 后,即注册成功。

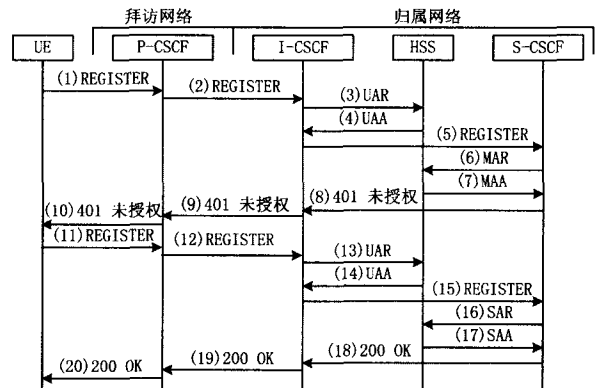


图 2 IMS 用户的注册过程(用户还未注册)

用户向 IMS 网络注册后,为了防止网络侧的注册周期超时,UE 还需要进行重注册,以便其他用户在呼叫过程中可以寻呼到已注册的用户^[1]。当用户需要改变注册状态或 UE 的能力发生变化时,也需要进行重注册。已注册用户的重注册过程与未注册用户的注册过程非常类似,但前者不需要图 2 中的认证挑战过程。REGISTER 消息携带原来的挑战响应值在 UE 与 S-CSCF 之间进行一次交互即可完成重注册过程,如图 3 所示。

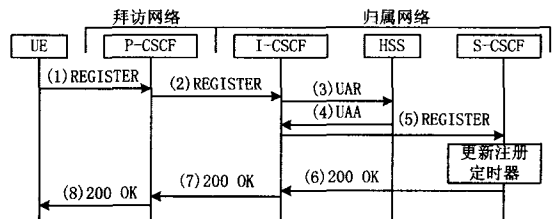


图 3 IMS 用户的重注册过程(用户已注册过)

从图 2 和图 3 中可以看到,由于 UE 和 P-CSCF 都不知道 S-CSCF 的地址,因此必须联系 I-CSCF,以便从 HSS 获得 S-CSCF 的地址。为了避免 UE 发起的每个初始消息都要将 I-CSCF 作为额外的一跳,S-CSCF 在最后发送的 200 OK 响应中,添加了一个新的 SIP 消息头 Service-Route,其中填入了它的地址。UE 收到 200 OK 后,会保存 Service-Route 消息头中的条目,在它发送 REGISTER 以外的初始请求时,会将 P-CSCF 的地址放在第一个 Route 消息头中,S-CSCF 的地址放在第二个 Route 消息头中。

3 改进的重注册过程

在图 3 中,I-CSCF 与 HSS 之间需要进行一次交互,以获

得为该用户服务的 S-CSCF 的地址信息。当 I-CSCF 向 HSS 发送 UAR 请求时, HSS 会检查用户是否已经注册, 然后通过 UAA 返回为用户分配的 S-CSCF 的名称。显然, 在重注册过程中, 如果能让 I-CSCF 直接知道用户对应的 S-CSCF 地址, 省略 I-CSCF 与 HSS 之间的交互过程(图 3 中的步骤(3)和(4)), 则可以有效地减少重注册的延时。Farahbakhsh 等人^[6]在这个点上给出了他们的建议流程。

上一节提到, 借助于 Route 消息头, UE 发送的除 REGISTER 消息外的其他初始消息均可以从发端拜访网络的 P-CSCF 直接路由到发端归属网络的 S-CSCF, 中间不再经过发端归属网络的 I-CSCF。

既然 UE 发出的其他消息可以不经过归属网络的 I-CSCF, 那么我们也可以改造 REGISTER 消息, 让已注册用户的重注册过程不经过 I-CSCF。

在用户的重注册阶段, 在 UE 发出的 REGISTER 消息中新增两个 Route 消息头, 内容如下:

```
REGISTER sip:home1.net SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP[5555::1;2;3;4];branch=0ueth
Route: < sip:[5555::a;b;c;d];lr>
//UE 接入的 P-CSCF 的地址
Route: < sip:orig@scscf1.home1.net;lr>
//用户归属网络中的 S-CSCF 的 SIP URI
Max-Forwards: 70
From: < sip:bob@home1.net>;tag=pohja
To: < sip:bob@home1.net>
Contact: < sip:[5555::1;2;3;4]>;expires=60000
Call-ID: 23fi67jli
... ..
//以下略
```

对于未注册用户, 则不包含 Route 消息头。

P-CSCF 收到 UE 发送的 REGISTER 消息后, 在进行转发时, 首先判断它是否含有 Route 消息头。如果没有, 则按原来的标准流程将消息转发给 I-CSCF; 如果有, 则按第二个 Route 消息头的指示将消息转发给 S-CSCF。改进的已注册用户的重注册过程如图 4 所示。由于减少了 I-CSCF 与 HSS 的交互过程以及 I-CSCF 的转发过程, 我们的重注册过程在直观上比标准过程和 Farahbakhsh 等人^[6]的改进过程要快, 不妨称之为快速的重注册过程。

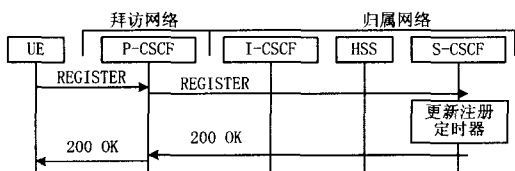


图 4 快速的重注册过程

由于 IMS 网络中 CSCF 服务器本身支持 Route 消息头, 因此在 REGISTER 消息中增加 Route 消息头的作法并不会对 CSCF 服务器的工作过程产生特别大的影响。此外, 让一个在初始注册时身份已经通过认证的已注册用户重注册过程中直接访问归属网络的 S-CSCF 的作法也是合理的。

4 性能分析

本节将本文改进的快速重注册过程与标准的重注册过程以及 Farahbakhsh 等人^[6]的改进重注册过程进行比较。分析方法采用类似文献[4]中的基于费用的分析对比方法。

为方便分析, 先定义以下参数:

- C_{UP} : UE 与 P-CSCF 之间的平均传输费用;
- C_{PI} : P-CSCF 与 I-CSCF 之间的平均传输费用;
- C_{IH} : I-CSCF 与 HSS 之间的平均传输费用;
- C_{IS} : I-CSCF 与 S-CSCF 之间的平均传输费用;
- C_{PS} : P-CSCF 与 S-CSCF 之间的平均传输费用;
- P_{P-CSCF} : P-CSCF 进行一次处理的平均费用;
- P_{I-CSCF} : I-CSCF 进行一次处理的平均费用;
- P_{HSS} : HSS 进行一次处理的平均费用;
- P_{S-CSCF} : S-CSCF 进行一次处理的平均费用。

根据图 3, 在标准的重注册过程下, UE 在网络中的注册总费用函数是:

$$C_{std} = 2C_{UP} + 2C_{PI} + 2C_{IH} + 2C_{IS} + 2P_{P-CSCF} + 3P_{I-CSCF} + P_{HSS} + P_{S-CSCF} \quad (1)$$

根据文献[6]中的图 3, Farahbakhsh 等人的改进重注册过程在网络中的总费用函数是:

$$C_{Fara.} = 2C_{UP} + 2C_{PI} + 2C_{IS} + 2P_{P-CSCF} + 2P_{I-CSCF} + P_{S-CSCF} \quad (2)$$

根据图 4, 我们的快速重注册算法在网络中的总费用函数是:

$$C_{Fast} = 2C_{UP} + 2C_{PS} + 2P_{P-CSCF} + P_{S-CSCF} \quad (3)$$

从表达式中可以看出 $C_{std} > C_{Fara.}$ 。注意到 $2C_{PI} + 2C_{IS} \geq 2C_{PS}$, 因此 $C_{Fara.} > C_{Fast}$ 。

下面针对式(1)、式(2)、式(3)给出一些具体的数值比较结果。

在计算实体之间的传输费用时, 主要以实体之间经历的路由跳数作为主要参考依据。一跳的传输费用用 u 表示。假设 P-CSCF 与 I-CSCF 之间的路由跳数为 n , I-CSCF 与 HSS、S-CSCF 之间的路由跳数为 1, P-CSCF 与 S-CSCF 之间的路由跳数为 $n+1$ 。

考虑到 UE 与 P-CSCF 之间主要通过无线链路实现连接, 其延时远大于有线链路, 因此 UE 与 P-CSCF 之间的传输费用要在一跳的基础上乘以一个大于 1 的系数 ρ 。

P-CSCF 在与 UE 的信令交互过程中需要对 SIP 信令进行加密和压缩, 处理费用相对较大, 而 I-CSCF 的处理费用相对较小。HSS 和 S-CSCF 的处理费用也比较大。沿用文献[4]中的一些设定值, 各参数的假设值如表 1 所列。

表 1 各参数的取值

C_{UP}	C_{PI}	C_{IH}	C_{IS}	C_{PS}
ρu	nu	u	u	$(n+1)u$
P_{P-CSCF}	P_{I-CSCF}	P_{HSS}	P_{S-CSCF}	ρ
$15u$	$5u$	$10u$	$15u$	10

图 5 显示了 3 种算法的总费用与 P-CSCF 到 S-CSCF 的路由跳数 n 的关系。其中 std 表示标准注册过程, Fara 表示 Farahbakhsh 的重注册过程, Fast 表示快速重注册过程。在我们假定的数值下, $n=2$ 时, 标准重注册过程的总费用为 $98u$, Farahbakhsh 等人的改进重注册过程的总费用为 $81u$ 。我们的改进过程的总费用为 $71u$, 分别只占到前两者的 72.5%, 87.7%。由于费用函数是路由 n 的线性函数, 因此图中随 n 增大时各算法的总费用是一条斜向上的直线。

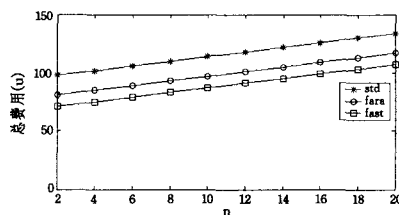


图 5 P-CSCF 与 I-CSCF 之间路由器跳数 n 与总费用的关系图

结束语 以 IMS 为核心的下一代网络是未来融合网络发展的方向。本文分析了 IMS 网络中的注册过程和重注册过程,在前人研究的基础上,提出了一种改进的快速用户重注册过程。通过在 REGISTER 消息中增加 Route 消息头,携带 S-CSCF 的路由信息,将重注册过程中的 REGISTER 消息直接从拜访网络的 P-CSCF 转发到归属网络的 S-CSCF。数值分析结果表明,本文改进的快速重注册过程要优于标准重注册过程和已有的一些改进过程。同时,它没有对原网络进行大规模的改变,只是对 REGISTER 消息进行了稍许改动,对网络的影响并不大,容易实现。

参 考 文 献

[1] 3GPP TS 23. 228, V. 8. 2. 0. IP Multimedia Subsystem(IMS) [S]. Sep. 2007
 [2] Rosenberg J, Schulzrinne H, Camarillo G, et al. SIP; Session Initiation Protocol, IETF RFC 3261[S]. Internet Engineering Task Force, 2002

[3] Lin Y B, Tsai M H. Caching in I-CSCF of UMTS IP Multimedia Subsystem[J]. IEEE Transaction on Wireless Network, 2006, 5 (1): 186-192
 [4] 吕新荣, 廖建新, 杨波, 等. IMS 域的位置管理策略研究[J]. 电子信息学报, 2007, 29(10): 2471-2476
 [5] Larsen K L, Matthiesen E V, Schwefel H-P, et al. Optimized Macro Mobility within the 3GPP IP Multimedia Subsystem[C]// International Conference on Wireless and Mobile Communications. Bucharest, 2006: 82-88
 [6] Farahbakhsh R, Varposhti M, Movahhedinia N. Transmission Delay Reduction in IMS by Re-registration Procedure Modification[C]// The Second International Conference on Next Generation Mobile Application, Services and Technologies. Cardiff, 2008: 142-146
 [7] 3GPP TS 24. 228, V. 5. 15. 0. Signalling flows for the IP multimedia call control based on Session Initiation Protocol(SIP) and Session Description Protocol(SDP)[S]. Sep. 2006

(上接第 67 页)

表 8 上下文信息设定

上下文名称	表示	举例
时间上下文	Time()	Time(User)=8:00 AM
位置上下文	Location()	Location(User)=Room 8302
环境上下文	Env()	Env(System)=Busy

假设 Pro Zhang 是一名上课的教师,根据课程安排他在 7:50AM 来到 Room 8201 教室上课。Pro Zhang 提出请求,要求激活其教师(User1)角色,以使用 User1 的权限。Pro Zhang 的信任度假设为 Trust=0.8, User1 的角色风险为 rs=0.8。Pro Zhang 的上下文有两个: Time=7:50AM, Location=Room 8201,根据上下文满足程度的计算式(2)可以得到 Pro Zhang 的上下文满足程度 con=0.9。

对于 Pro Zhang 授权请求 Request(Pro Zhang, User1, tu=0.8, rs=0.8, con=0.9),根据模糊推理算法(3)计算可得 FResult. Request=0.6;如果当前系统的授权阈值为 0.5,由于 0.6 大于授权阈值,因此经过模糊综合推理,Pro Zhang 可以激活教师角色,进行上课。

结束语 FRBAC 模型是在传统 RBAC 模型的基础上通过引入模糊推理扩展得到的,具有更加灵活、智能的授权能力。FRBAC 模型引入了上下文条件满足程度、信任程度、角色风险程度等模糊概念,解决了普适环境下的复杂、模糊、动态授权问题。最后对模型实现以及模糊授权推理算法进行了详细说明。普适环境下的模糊安全强度自适应访问控制模型将是我们的下一步的研究目标。

参 考 文 献

[1] Weiser M. The computer of the 21st Century[J]. Scientific American, 1991, 265(3): 66-75
 [2] Satyanarayanan M. Pervasive computing: vision and challenge [J]. IEEE Personal Communications, 2001, 8(8): 10-17
 [3] Wang J, Yang Y, Yurcik W. Secure smart environments: security requirements, challenges and experiences in pervasive computing [C]// Proceedings of NSF Pervasive Computing Infrastructure and Experience Workshop. November, December 2005: 36-48
 [4] 唐文, 胡建斌, 陈钟. 基于模糊逻辑的主观信任管理模型研究

[J]. 计算机研究与发展, 2005, 42(10): 1654-1659
 [5] Li Hetian, Liu Yun, He Dequan. A fuzzy set-based approach for model-based internet-banking system security risk assessment [J]. Wuhan University Journal of Natural Sciences, 2006, 11 (6): 1869-1872
 [6] Ferraiolo D F, Sandhu R, Gavrila S. Proposed NIST standard for role-based access control[J]. ACM Transactions on Information and System Security, 2001, 4(3): 224-274
 [7] Hosmer H H. Security is fuzzy: applying the fuzzy logic paradigm to the multipolicy paradigm[C]// Proceedings of the ACM Workshop on New Security Paradigms. 1993: 175-18
 [8] Richard A, Berrached A. Using fuzzy relation equations for adaptive access control in distributed system[C]// Proceedings of the IFIP International Conference on Distributed Computing and Security. IFIP Press, 2000: 81-86
 [9] Ovchinnikov S. Fuzzy sets and secure computer systems[C]// Proceedings of the IEEE Workshop on Computer and System Security. IEEE Press, 2002: 626-75
 [10] Wang H-F, Huang Zhi-hao. Top-down fuzzy decision making with partial preference information[J]. Fuzzy Optimization and Decision Making, 2002, 1(2): 161-176
 [11] Zhang Shibin, He Dake. Fuzzy model for trust evaluation[J]. Journal of Southwest Jiaotong University, 2006, 14(1): 23-28
 [12] Nawarathna U H G R D, Kodithuwakku S R. A Fuzzy Role Based Access Control Model for Database Security[C]// Proceedings of the International Conference on Information and Automation. Colombo, December 2005: 15-18
 [13] Takabi H, Amini M, Jalili R. Enhancing role-based access control model through fuzzy Relations[J]. Information Assurance and Security, 2007: 131-136
 [14] Takabi H, Amini M, Jalili R. Separation of duty in role-based access control model through fuzzy relations[C]// Proceedings of the 3rd International Symposium on Information Assurance and Security. 2007: 125-130
 [15] 陈启浩. 模糊值及其在模糊推理中的应用[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2000: 31-55
 [16] 王立新. 模糊系统与模糊控制教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003: 73-80