

IMS 中核心控制网元 S-CSCF 可靠性方案^①

刘一鸿^{1,2}, 孙建伟², 杨海波^{1,2}, 林镜华^{1,2}

¹(中国科学院研究生院, 北京 100049)

²(中国科学院沈阳计算技术研究所 网络与通信实验室, 沈阳 110171)

摘要: IMS 中核心网元 S-CSCF 的可靠性是保障 IMS 服务连续性的关键, 是部署商用 IMS 网络的前提。在分析了 S-CSCF 功能特点的基础上, 设计和实现了一种 S-CSCF 可靠性方案, 给出了在 S-CSCF 提供服务的过程中, 需要备份的内容、备份的时机、保证数据一致性策略、故障检测与主备服务器切换策略以及恢复策略, 并在开源项目 OpenIMSCore 中实现和验证了该方案。实验结果表明, 这一方案有效可行、备份代价较小, 当工作机 S-CSCF1 发生故障时, 备份机 S-CSCF2 能够在不影响服务用户的体验的情况下, 迅速恢复服务。

关键词: IMS; S-CSCF; 可靠性; 热备份

Reliability Scheme of the Core Control Network-Element S-CSCF in IMS

LIU Yi-Hong^{1,2}, SUN Jian-Wei², YANG Hai-Bo^{1,2}, LIN Jing-Hua^{1,2}

¹(Graduate University, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

²(Network and Communications, Shenyang Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110171, China)

Abstract: The reliability of the core control network-element S-CSCF in IMS is the key to assure the continuity of IMS services as well as the precondition to deploy the commercial IMS networks. Based on the analysis of S-CSCF's functions and features, the paper proposes an approach to design and implement an S-CSCF reliability scheme, and discusses in detail the contents and occasion to be backed up in the process of the S-CSCF providing services, the policy to assure data consistency, fault detection, switch in the main and standby server, recovery as well. Additionally, we carry out an experiment on S-CSCF with the reliability scheme in the OpenIMSCore, an open source project. The results show that the reliability scheme is not only feasible and effective, but also costs less in data backup. When the main S-CSCF1 goes wrong, the standby S-CSCF2 can rapidly recover without influencing the experience in user's enjoying services.

Keywords: IMS; S-CSCF; reliability; hot standby

1 引言

IMS^[1](IP Multimedia Subsystem IP 多媒体子系统), 是由第三代网络合作项目(3GPP 和 3GPP2)在 Release5 版本中提出的, 其显著特点是采用了 SIP 作为主要呼叫协议以及实现了业务和接入方式的完全无关。IMS 的可靠性^[2]是 IMS 为用户提供连续、优质服务的保障, 也是运营商部署 IMS 的前提。S-CSCF

(Serving-Call Session Control Function 服务呼叫会话控制功能)是 IMS 的核心网元, 提供注册服务, 执行会话控制, 维持业务需要的会话状态, 产生计费信息等。S-CSCF 的可靠性对 IMS 的可靠性起着决定性作用。

目前, S-CSCF 的可靠性方案主要有: 方案一, S-CSCF 服务器发生故障后, 注册信息、会话信息等全

① 收稿时间:2010-07-26;收到修改稿时间:2010-08-21

部丢失, 在 S-CSCF 上注册的用户无法获得服务, 直到这些用户在新的 S-CSCF 服务器上重新注册后才能继续获得服务。由于在较短的时间内, 大量用户进行注册, IMS 网络负荷瞬间激增, 因此用户要经过较长的时间才能注册成功。该机制实时性最差, 无法保证服务的连续性。方案二, S-CSCF 服务器每隔一段时间 (大约 60 秒) 将注册信息、会话信息等备份到外部存储器, 当其发生故障时, S-CSCF 重新启动, 读取外部存储器上的数据并恢复服务。该方案 S-CSCF 的可靠性有较大提高, 一定程度上提高了服务的连续性。由于备份和恢复存在时间间隔, 所以该方案的实时性有待进一步提高。方案三, 文献[3]提出了一种基于载荷分担方式工作的 S-CSCF 热备机制, 这种机制能够提供连续的服务, 实现了备份机 S-CSCF2 和工作机 S-CSCF1 的无缝切换, 提高了服务质量。由于每一路会话, 从创建开始到释放, 要多次更新会话信息, S-CSCF1 都将实时更新会话信息到 HSS, 因此该方案不仅增加了 S-CSCF 的工作负荷, 而且极大地增加 HSS 的工作负荷。综上所述, S-CSCF 可靠性方案有待进一步的研究。

本文提出了一种 S-CSCF 可靠性方案, 这一方案具有能够在不影响用户服务体验的情况下, 用最小的代价, 来对注册信息、会话信息进行备份, 出现故障后快速恢复服务的特点, 本文重点讨论了备份内容、备份时机、故障检测、主备服务器切换机制等。

2 S-CSCF可靠性方案设计

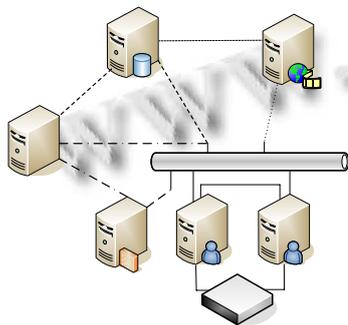


图 1 硬件连接图

IMS 核心网^[4]主要由四个功能组件组成: 代理呼叫会话控制功能(P-CSCF)、查询呼叫会话控制功能

(I-CSCF)、服务呼叫会话控制功能(S-CSCF)、归属用户服务器(HSS), 以及组件间的通信接口有 Sh、Cx、Mw 等和部署业务的应用服务器 AS。S-CSCF 具有可靠性机制的 IMS 核心网的硬件连接图如图 1 所示。S-CSCF1 为工作服务器, S-CSCF2 是备份服务器, 两台机器的软件配置相同, 都处于激活状态, 中间通过串口连接心跳线, 检测系统级故障, 共享磁盘阵列用来备份数据。

2.1 备份内容的选择

S-CSCF 本质上是一个有状态的 SIP 服务器, 同时执行会话控制功能。在用户注册阶段, 扮演注册管理员的角色, 建立用户和 HSS 之间的相互认证, 以及从 HSS 下载用户信息和签约服务信息; 在用户会话阶段, S-CSCF 执行会话控制, 包括会话创建、会话释放以及与业务相关的业务触发、业务路由、业务计费等。因此, 按照 S-CSCF 执行的功能, 可以将其维护的信息分为两类: 注册信息和会话信息。

2.1.1 注册信息

注册信息是 S-CSCF 对用户进行业务授权, 业务触发等一切控制的基础。要备份的注册信息要尽可能的少而且要完整有效, 这样既可以保证 S-CSCF 的可靠性, 又能减小备份代价。

图 2 给出了用户在 IMS 注册流程中, 与 S-CSCF 相关的信令片断。根据 S-CSCF 收到的不同请求, 可以把 S-CSCF 的处理过程分为以下三个阶段:

(1) 当 S-CSCF 收到用户注册的 SIP REGISTER 请求, 如果该用户首次注册, 则 S-CSCF 首先认证用户, S-CSCF 通过 Cx 接口向 HSS 发送 Diameter 多媒体注册请求消息, HSS 在用户数据中存储 S-CSCF URI 并发送 Diameter 多媒体应答消息, 其中包括一个或多个认证向量, 以便 S-CSCF 能够认证用户, 接着 S-CSCF 构造 SIP 401 未经授权的应答发送给用户;

(2) 当 S-CSCF 收到含有认证挑战的 SIP REGISTER 请求, S-CSCF 依靠 HSS 在 Diameter MAA 消息中提供的认证向量验证认证挑战, 如果验证通过, S-CSCF 向 HSS 发送 Diameter 服务器分配请求, HSS 将用户信息和签约服务信息发送给 S-CSCF, 其中签约服务信息包括初始过滤准则, 由触发器收集来决定何时向提供业务的应用服务器发送 SIP 请求, S-CSCF 向用户发送 200 OK 注册成功的响应;

(3) 当 S-CSCF 收到订阅注册状态的 SUBSCRIBE SIP 请求时, S-CSCF 担当通知人, 首先发送 200 OK 作为接受预定的响应, 接着 S-CSCF 向用户发送 NOTIFY SIP 请求, 里面含有注册信息 (如注册状态, 联系每个公共用户身份的 URI 列表等) 的 XML 文件。

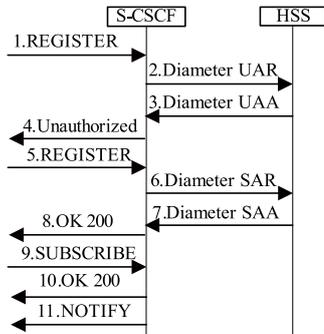


图 2 与 S-CSCF 相关的注册信令片断

根据用户在 S-CSCF 上注册时的信令流程, S-CSCF 需要备份的注册信息总结如下:

- ① aor: 用户公有标识;
- ② reg_state: 标识已注册、未注册的注册状态;
- ③ ccf/ecf: 计费功能;
- ④ contact_list: 能够联系到用户的 Contact 列表;
- ⑤ subscriber_list: 用户注册时的订阅列表;
- ⑥ private_identity: 用户私有标识;
- ⑦ service_profiles: 用户签约服务信息;
- ⑧ auth_vector: 认证向量;
- ⑨ expires: 注册定时器;
- ⑩ early_ims_ip: 早期 IMS 认证的 IP;

2.1.2 会话信息

IMS 会话由一组多媒体发送者和接收者及其彼此之间的数据流组成, 会话采用 SIP 对话并在对话期间发送请求时遵循 SIP 规则。会话是指用户双方建立的多媒体连接, 对话则是用户双方创建、修改和删除多媒体连接而建立的信令关系, 所以 S-CSCF 备份的会话信息实际上是在用户双方创建、修改和删除多媒体连接中信令关系。

下面主要以 INVITE 请求创建会话为例, 阐述 S-CSCF 需要备份的会话信息。

按照会话方向 (direction), S-CSCF 处理的会话分为两类, 一类是在 S-CSCF 注册的用户为会话的主叫

方, 会话方向定义为 Originating, 一类是在 S-CSCF 注册的用户为会话的被叫方, 会话方向定义为 Terminating。

在 S-CSCF 中, 通过会话方向 (direction)、用户在 S-CSCF 上确定的注册名 (aor) 以及 INVITE 请求 Call-ID 标识一个会话数据块, 因此需要备份这三个子项, 以便 S-CSCF 在修改、释放会话时能够确定会话数据块。

除此之外, 我们还需备份以下会话信息:

- ① method: 请求方法, 取值 INVITE、SUBSCRIBE;
- ② state: 标识对话状态;
- ③ event: 请求的 Even 头域, 用来释放会话;
- ④ caller_uri: 对话主叫的 URI;
- ⑤ callee_uri: 对话被叫的 URI;
- ⑥ starttime: 会话开始时刻, 用来对会话计费等;

2.2 备份机制

2.2.1 注册信息的备份机制

一般情况下, 在 S-CSCF 注册的用户数量高达几千, 甚至十几万, 因此集中备份或恢复注册信息的需要较长的时间, 严重影响用户的体验。为了克服这种情况, 提高备份和恢复的效率, 本文采用了以下策略:

(1) 从图 2 可以看出, S-CSCF 需要接收和发送多条信息才能完成用户注册, 因此, 在注册过程中, S-CSCF 的内存要保存大量的临时注册信息, 如果这些信息都要实时更新备份, 将极大地增加 S-CSCF 的负荷, 然而备份注册成功的用户信息对于恢复来说才是有意义的。因此, 当用户注册成功时, S-CSCF1 才备份注册信息。当 S-CSCF1 出现故障时, 那些注册过程的临时信息将会丢失, 恢复后的 S-CSCF2 会要求这些用户重新注册。对于用户来说, 延迟较短, 不会降低用户体验。

(2) 当用户在 S-CSCF1 成功注册后, S-CSCF1 发送第三方注册请求到 S-CSCF2, 这样做的好处是, 当 S-CSCF1 出现故障后, S-CSCF2 恢复后对备份的注册信息不用做任何处理, 即可接替 S-CSCF1 工作, 缩短了恢复时延。

具有备份机制的用户注册流程如图 3 所示, 与没有备份机制的注册流程(图 2)相比, 增加了以下四个信令:

- ① 当 S-CSCF1 通过用户的认证时, S-CSCF1 发送第三方注册请求到 S-CSCF2;
- ② S-CSCF2 向 HSS 发送 SAR 请求, 确认服务器分配;
- ③ HSS 通过 Diameter SAA 将用户信息和签约服务信息发送给 S-CSCF2;
- ④ S-CSCF2 发送成功注册响应 200 OK;

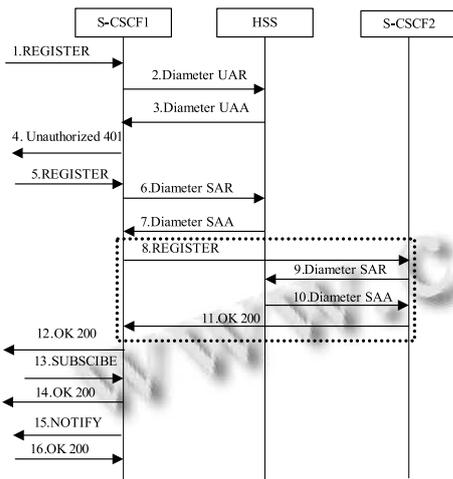


图 3 具有备份机制的用户注册流程

2.2.2 注册信息的一致性机制

注册信息的一致性是指一旦用户在 S-CSCF1 上成功注册, 备份服务器 S-CSCF2 都有对应的注册信息, 如果用户在 S-CSCF1 上更新、注销, 备份服务器 S-CSCF2 也能及时更新、注销对应的注册信息。

(1) 注册信息的更新

为了刷新已经存在的注册, 或者响应用户注册状态的变化, 用户应该发起周期性重注册。用户必须保持一个比 S-CSCF 注册相关定时器短一点的定时器。重注册实际上实现了注册数据的更新。重注册过程与第一次初始注册相似, 只是没有用户认证过程。

(3) 注册信息的注销

用户注销注册登记分为两类, 一类是用户发起的注销, 一类是网络侧发起的注销。网络侧发起的注销主要由三个方面引起的, 即注册定时器超时、HSS 发起的注销和 S-CSCF 发起的注销。

对于用户发起的注销, S-CSCF1 收到的 REGISTER SIP 请求中头域 Expires 为零, S-CSCF1 注销用户, 同时转发该请求到 S-CSCF2 以注销用户。

对于注册定时器超时引起的注销, S-CSCF1 与 S-CSCF2 内部都有定时器, 且设置相同, 所以当定时器超时, S-CSCF1 与 S-CSCF2 同时注销用户。

对于 HSS 发起的注销和 S-CSCF 发起的注销, 因为 S-CSCF1 和 S-CSCF2 在逻辑上一致, 两者地位相同, 所以二者将同时注销用户。

2.2.3 会话信息的备份机制

我们把会话信息在内存中的生命周期划分为四个状态: 初始化状态(Initial)、早期会话状态(Early)、确认会话状态(Confirmed)、终止会话状态(Terminated)。下面以 INVITE 请求为例阐述这四个状态间的转换, 如图 4 所示。

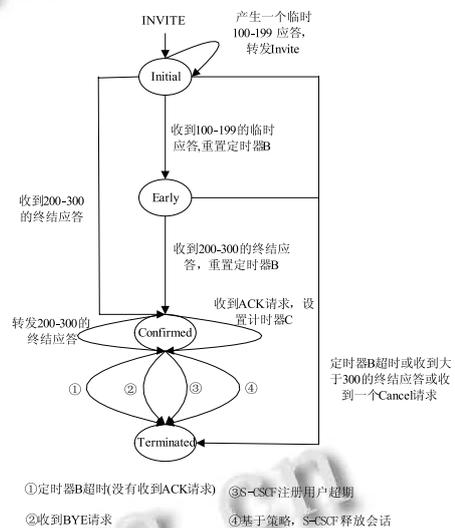


图 4 会话信息状态图

(1) S-CSCF 收到一条 INVITE SIP 请求, 创建会话信息数据块, 此时会话信息进入初始化状态, 同时 S-CSCF 向 INVITE 请求的发送端回复 100-199 的临时应答, 然后转发 INVITE 请求, 同时设置定时器 $A=T1$, $B=5*T1$, 每隔 $T1$ 重发请求, 每次重发后间隔时间加倍, 直到定时器 B 超时, 仍没有收到响应, 会话信息进入终止会话状态, 如果在定时器 B 超期前收到 100-199 的临时响应, 则会话信息进入早期会话状态, 同时重新设置定时器 B, 如果收到 200-300 的终结响应, 会话信息则进入确认会话状态, 重新设置定时器 B;

(2) 如果会话信息处于初始化状态或者早期会话状态, S-CSCF 收到大于 300 的终结响应, 或者收到 CANCEL 请求, 或者定时器 B 超时, 会话信息进入终

止会话状态;

(3) 当会话信息进入确认会话状态, 转发 200-300 的终结响应, 如果定时器 B 未超时前, 收到 ACK 请求, 此时会话成功建立, 设置定时器 C, 开始会话计时; 如果定时器 B 超时, 没有收到 ACK 请求, 或者收到 BYE 请求, 或者 S-CSCF 注册用户超期, 或者 S-CSCF 根据策略释放会话, 会话信息进入终止会话状态。

在会话创建过程中, S-CSCF1 如果在每一个状态迁移时, 都更新会话信息, 那么 S-CSCF1 将频繁地读写共享磁盘阵列, 将增加 S-CSCF1 的工作负荷, 备份代价较大。因此, 我们只备份了会话链接建立成功的会话信息, 即会话信息进入确认会话状态, 保存会话信息。因此, 我们基于会话信息的确认会话状态和终止会话状态的变化触发两个事件, 一个是备份会话信息到共享磁盘阵列的事件, 一个是销毁共享磁盘阵列上相应的会话信息, 实现会话信息的备份和更新。

S-CSCF1 出现故障时, 该备份机制将丢失处于初始化状态、早期会话状态的会话信息, 恢复后的 S-CSCF2 会要求用户重新创建会话, 这样会增加会话建立延迟, 但影响较小。

2.2.4 会话信息的一致性机制

会话信息的一致性是指 S-CSCF1 维护的已创建成功的会话与共享磁盘阵列上的会话信息要一一对应。一旦会话信息进入确认会话状态, S-CSCF1 及时将会话信息写入共享磁盘阵列; 会话信息从确认会话状态到终止会话状态时, S-CSCF1 及时销毁共享磁盘阵列上对应的会话信息数据块。

2.3 故障检测与主备服务器切换

我们把故障检测分为系统级和应用级两个方面。系统级检测主要是通过双机串口连接的心跳线来检测系统故障。

传统的应用级故障检测是基于主机与备机定时通信实现的, 备份服务器定时向工作服务器发送信息, 以确认主服务器是否正常工作。发送和接受检测信息会增加服务器的工作负荷。

因此, 我们采用了文献[3]提中提出的检测方法, 将 S-CSCF1 和 S-CSCF2 部署在同一个域中, 并且二者的 IP 地址在 DNS 服务器中对应的是同一个域名, 所以当 S-CSCF1 出现故障时, P-CSCF/I-CSCF/AS 可以

根据 DNS 查询结果, 从域名对应的地址中选择其他可用地址(S-CSCF2 的地址), 将 SIP 请求转发给 S-CSCF2 备份服务器。

该故障检测方法, 减少了主备服务器定时通信的系统开销, 提高了 S-CSCF1 服务器的响应速度。

2.4 恢复机制

当 S-CSCF2 检测到 S-CSCF1 发生故障, S-CSCF2 声明自己的 IP 为主服务器的 IP 来提供服务。由于注册信息备份在 S-CSCF2 中, 所以 S-CSCF2 对注册信息无需做任何处理。S-CSCF2 读取共享磁盘阵列上的会话信息数据块到内存以恢复会话控制。

从故障检测和主备服务器切换策略来说, S-CSCF2 与 S-CSCF1 切换是 SIP 信令级别的。由于 S-CSCF1 和 S-CSCF2 都处于激活状态, 一旦 S-CSCF1 出现故障, 发送到 S-CSCF1 的 SIP 请求会切换发送至 S-CSCF2。举例说明, 用户 1 和用户 2 已经成功创建会话, 用户 1 在 S-CSCF1 上注册, 并且是会话的发起方。用户 1 和用户 2 正常会话中, S-CSCF1 出现故障, 此时, 用户 1 向其代理服务器 P-CSCF1 发送了终止会话的 BYE 请求。S-CSCF2 与 S-CSCF1 的切换过程和恢复服务过程如图 5 所示。

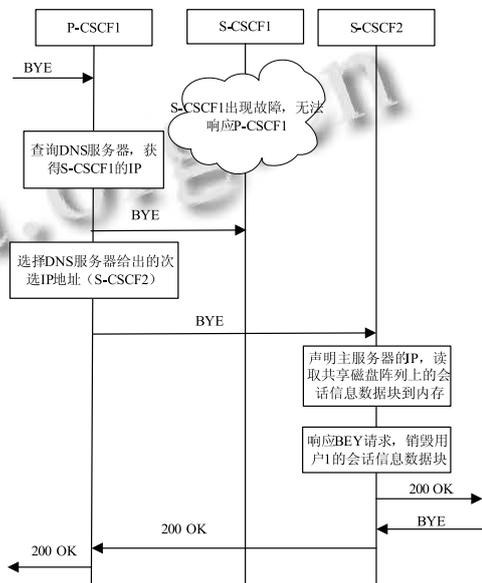


图 5 S-CSCF2 与 S-CSCF1 的切换过程和恢复过程

P-CSCF1 收到 BYE 请求, 查询 DNS 服务器, 获得 S-CSCF1 的 IP 地址, 开始转发 BYE 请求, 由于

S-CSCF1 出现故障, 无法响应 P-CSCF1, 当 P-CSCF1 的发送定时器超时, P-CSCF1 向 DNS 给出的次选 IP 地址 (S-CSCF2) 转发 BYE 请求。一旦 S-CSCF2 接收到非 S-CSCF1 发送的 SIP 请求, 它认为 S-CSCF1 出现故障, 自己成为主服务器开始工作。首先声明自己的 IP 为主服务器 IP, 然后读取共享磁盘阵列上的会话信息到内存, 及时响应 P-CSCF1 的请求。到此为止, S-CSCF2 恢复工作完成, 完全能够代替 S-CSCF1 来响应 BYE 请求。

从上面的过程可以看出, 故障检测与主备服务器切换机制以及恢复机制实现了主备服务器无缝切换。

3 S-CSCF可靠性方案实现

根据上文 S-CSCF 可靠性方案设计, 我们在 IMS 开源项目 OpenIMSCore 的 S-CSCF 网元中实现了该可靠性方案。OpenIMSCore 是由德国 FOKUS 研究小组开发的, 其中 S-CSCF 网元的功能是基于开源项目 OpenSER 实现的。总的来说, 可靠性方案的实现要点主要包括修改配置文件 Scscf.cfg 和在 Scscf 动态加载模块中添加备份和恢复逻辑实现。

(1) 修改配置文件 Scscf.cfg

Scscf.cfg 配置文件由全局定义、模块和模块配置、主路由块、次要路由块、处理响应路由块、处理出错路由块组成。

① 在全局定义中, 添加主从服务器标识 status, 为 1 表示主服务器, 为 0 标识备份服务器; 另外添加主备服务器 IP 和域名, 主备服务器的域名相同;

② 在主路由块中, 添加判断, 如果 status 等于 0, 判断收到的注册请求是否来自主服务器, 如果是, 则认为需要备份注册请求, 进入备份处理函数 Make_RegistrarInfo(); 否则, 备份服务器认为主服务器出现故障, 开始进入恢复处理函数 RecoveryService(); 如果 status 等于 1, 将不做任何处理;

③ 在次要路由块中的 t_reply(“200”, “OK-registrar saved”)之前添加判断, 如果 status 等于 1, 则进入 Send_RegistrarInfo() 函数以备份注册信息, 否则不做处理;

(2) 修改 Scscf 动态加载模块

在 /Modules/Scscf 目录下添加 reliability.c 和 reliability.h 文件, 在 reliability.c 文件中实现以下几个

函数:

① Make_RegistrarInfo(): 备份服务器在收到主服务器的注册请求时备份注册信息, 主要功能是向 HSS 发送 Diameter SAR 消息, 下载用户信息和签约服务信息, 然后发送 200 OK 注册成功;

② Recovery_Service(): 备份服务器检测到主服务器出现故障时, 恢复服务时调用该函数, 主要功能是读取共享磁盘阵列上的会话信息数据块到内存;

③ Send_RegistrarInfo(): 用户注册成功时, 主服务器发送注册信息到备份服务器时调用该函数;

④ Make_DialogsInfo(): 当主服务器上的会话信息状态变为确认会话状态时调用该函数, 备份会话信息到共享磁盘阵列;

⑤ Destroy_DialogsInfo(): 当主服务器上的会话信息状态变为终止会话状态时调用该函数, 销毁共享磁盘阵列上对应的会话信息;

⑥ Send_SerialPort(): 在备份服务器上, 该函数内部设定一个定时器, 每隔一段时间(5s)通过串口心跳线向主服务器发送数据包以检测系统故障; 如果连续发送 5 次, 仍没有响应, 则认为是主服务器出现故障, 调用 Recovery_Service() 函数来恢复服务;

⑦ Receive_SerialPort(): 在主服务器上该函数监听串口, 当收到通信请求时发送响应数据包;

4 实验结果与分析

我们基于开源项目 OpenIMSCore^[5] 搭建了 IMS 核心网实验平台, 该平台有六台服务器和一个共享磁盘阵列组成, 分别执行 HSS、P-CSCF、I-CSCF、S-CSCF1、S-CSCF2、AS 和备份存储器功能, 其中服务器配置: 操作系统为 Ubuntu 8.04 EXT3 文件系统, CPU 为 Pentium(R) Dual-Core E2210 @ 2.20GH, 内存为 2.2GHZ 2.00 GB, 硬盘为 500G。此外, 我们采用 SIPp3.1^[6] 作为测试终端。

为了评估备份代价, 我们测试了在 S-CSCF 没有可靠性方案的情况下和在 S-CSCF 具有可靠性方案的情况下, 呼叫建立时延和 CPU 利用率, 结果如图 6、7 所示。我们进行了 10 组实验, S-CSCF1 服务器上的呼叫并发规模从 100 到 1000 逐渐增大。从实验的结果可以看出, 备份代价较小, 对 S-CSCF1 的影响不大。

为了评估恢复代价和方案的可靠性, 我们测试了

恢复阶段的 CPU 利用率和恢复的会话数。同样，我们进行了 10 组实验，S-CSCF1 服务器上的呼叫并发规模从 100 到 1000 逐渐增大。实验结果如图 7 和表 1 所示。从实验结果可以看出，恢复较快，没有影响用户体验，可靠性可以满足 IMS 系统要求。

表 1 各组实验可靠性统计表

| 发生故障时 会话数 | 成功恢复的 会话数 | 没有恢复的 会话数 | 可靠性 |
|--------------|--------------|--------------|--------|
| 100 | 100 | 0 | 1.0000 |
| 200 | 200 | 0 | 1.0000 |
| 300 | 299 | 1 | 0.9967 |
| 400 | 398 | 2 | 0.9950 |
| 500 | 496 | 4 | 0.9920 |
| 600 | 593 | 7 | 0.9883 |
| 700 | 691 | 9 | 0.9871 |
| 800 | 785 | 15 | 0.9812 |
| 900 | 879 | 21 | 0.9767 |
| 1000 | 971 | 29 | 0.9710 |

平均可靠性: 0.9888

5 结论

IMS 作为下一代核心通信网络架构的发展方向，是网络技术研究的前沿和热点。无疑，IMS 可靠性的提高将加速 IMS 网络部署和新业务的应用。然而，目前 3GPP 等标准组织还没有关于 IMS 可靠性的标准和规范。本文提出了一种 S-CSCF 可靠性方案的设计与实现，并通过实验验证了该可靠性方案的可行性。下一步工作为：细化分析导致呼叫建立时延的因素，改进方案以缩短在大规模呼叫并发时呼叫建立时延。

参考文献

- 1 3GPP TS 23.228. IP Multimedia Subsystem(IMS):Stage 2. June 2006.
- 2 Mendiratta VB, Pant H. Reliability of IMS Architecture. Telecommunication Networks and Applications Conference, Dec 2007.
- 3 李辉.服务呼叫会话控制功能实体备份方法及其系统:中国, 200610024866.1,2006/12/13.
- 4 3GPP TS 24.229. IP Multimedia Call Control Protocol Based on Session Initiation Protocol (SIP) and Session Description Protocol (SDP):Stage 3. Dec 2009.
- 5 The Open IMS Playground@FOKUS. [2010-05-17]. http://www.openims core.org
- 6 SIP 系统测试工具 SIPp 主页. [2010-06-25]. http://sipp. sourceforge. net/index.html

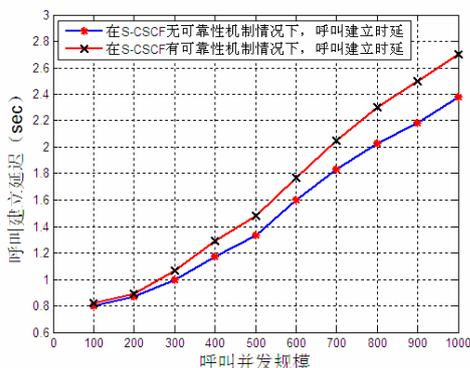


图 6 可靠性机制对呼叫时延的影响

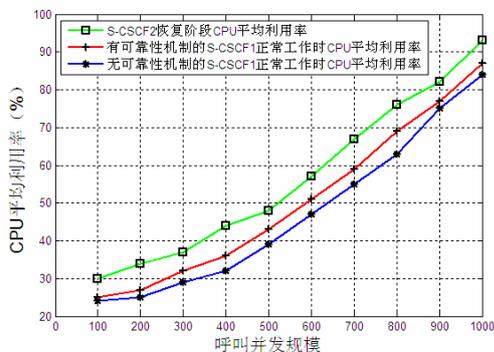


图 7 CPU 利用情况