

一种新的 IMS 分布式 SCIM 业务触发机制

戚琦 廖建新 朱晓民 曹予飞

(北京邮电大学网络与交换技术国家重点实验室 北京 100876)

(东信北邮信息技术有限公司 北京 100083)

摘要: IMS(IP Multimedia Subsystem)网络中, S-CSCF(Serving Call Session Control Function)逐次匹配过滤准则的业务触发机制使呼叫信令在 S-CSCF 与 AS(Application Server)之间多次转发, 增加了 S-CSCF 实体的负载压力和呼叫延迟时间。该文在现有 IMS 业务提供框架的基础上, 提出分布式 SCIM(DSCIM)业务触发机制, 完成了业务流程中 AS 到 AS 的连续业务触发, 避免了 S-CSCF 与 AS 之间信令的往返转发。通过 Jackson 排队网络理论对业务触发机制进行了数学模型分析和仿真实验, 结果均表明 DSCIM 业务触发机制能够有效降低网络的平均呼叫时延, 减轻 S-CSCF 的负载压力。

关键词: IP 多媒体子系统; 业务触发; DSCIM; 呼叫延时

中图分类号: TN919.85

文献标识码: A

文章编号: 1009-5896(2009)08-1969-06

A Novel Distributed SCIM Service Invocation Mechanism in IMS

Qi Qi Liao Jian-xin Zhu Xiao-min Cao Yu-fei

(State Key Laboratory of Networking and Switching Technology,

Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China)

(EBUPT Information Technology Co. Ltd., Beijing 100083, China)

Abstract: In the service invocation mechanism of current IMS (IP Multimedia System) network, the Serving-Call Session Control Function (S-CSCF) invokes each Application Server (AS) sequentially to perform user's service profile. This mechanism makes SIP request be forwarded excessively among the S-CSCF and Application Servers (ASs), so it is easy to result in the heavy load of the S-CSCF entity and long call set-up delay. This paper proposes a novel Distributed SCIM (DSCIM) service invocation mechanism. It aims at reducing the call set-up delay in IMS service layer along with decreasing the load of the S-CSCF entity by invoking each AS consecutively without signaling being forwarded back to the S-CSCF. The service invocation mechanisms are modeled through Jackson network and the simulations of different scenarios verify that DSCIM service invocation mechanism can effectively reduce call set-up delay of the network and decrease the load level of the S-CSCF.

Key words: IMS (IP Multimedia Subsystem); Service invocation; Distributed Service Capability Interaction Manager (DSCIM); Call set-up delay

1 引言

IMS(IP Multimedia Subsystem, IP 多媒体子系统)业务触发是一次会话中多个业务连续调用的过程, 由 S-CSCF (Serving-Call Session Control Function)控制, 根据业务触发准则将呼叫请求逐次发送至各个 AS(Application Server)以完成一个签约用户的业务流程^[1]。IMS 网络中灵活的分布式业务提供方式, 对于由多个单一业务逻辑组合而成的复杂业务流程而言, 存在 AS 与 S-CSCF 之间消息

交互过于频繁的问题, 使得一个呼叫请求在业务执行过程中信令转发次数较多, 会话建立的延迟时间较长。目前对如何减少 IMS 网络会话延迟以及降低网络实体负荷水平的研究主要集中于改进核心网实体能力或修改会话建立的信令流程方面^[2-4], 而通过改进业务触发机制降低信令在业务层的会话时延的相关研究较少。3GPP UMTS 网络 R5 版本在 IMS 业务层网络结构中提出了 SCIM(Service Capability Interaction Manager)的概念^[1], 但自 3GPP R5 至 3GPP R8, 规范对 SCIM 的软件结构和功能实体一直未做出定义。

本文考察了现有 IMS 网络的业务触发机制, 对 SCIM 的相关工作进行广泛研究, 分析了文献[5]中 S-CSCF 上叠加 SCIM 的业务触发机制存在增加呼

2008-08-09 收到, 2008-12-31 改回

国家杰出青年科学基金(60525110), 国家 973 计划项目(2007CB307100, 007CB307103), 新世纪优秀人才支持计划(NCET-04-0111)和电子信息产业发展基金资助课题

叫时延并引入新网络瓶颈的问题。针对此问题，本文提出了一种新的 DSCIM (Distributed SCIM)业务触发机制，并详细描述了 DSCIM 的结构视图和业务触发流程。本文利用 Jackson 网络对两种业务触发机制进行数学模型分析和仿真，DSCIM 业务触发机制的平均呼叫延迟较 S-CSCF 逐次业务触发方式下的平均呼叫时延低，同时降低了 S-CSCF 实体的负载水平，尤其在网络中 AS 数量较多时，DSCIM 业务触发机制具有明显优势。

本文组织结构如下，第 2 节介绍 SCIM 业务触发机制的相关研究；第 3 节提出了 DSCIM 业务触发机制；第 4 节利用排队网络对 S-CSCF 业务触发机制和 DSCIM 业务触发机制进行数学建模分析；第 5 节通过仿真实验说明数学模型的有效性，对仿真和计算结果进行分析。第 6 节总结全文。

2 相关工作

3GPP 组织的报告中已提出关于 SCIM 或业务代理的软件架构和功能实体的说明^[6-8]。例如，文献[6]中根据 S-CSCF 的功能模型设计了与之相似的 SCIM 功能模型。文献[7]中提出了利用业务代理的方式实现 SCIM 功能，包括集中式，分布式和混合式等 3 种部署方法，用于管理多个 AS 之间的业务交互。文献[8]通过具体的业务场景用例说明了应用业务代理后的业务触发流程。

文献[5,9]提出了一种 SCIM 的业务触发机制，在现有 S-CSCF 业务触发流程中，增加 SCIM 根据业务能力准则逐次触发 SC(Service Capability)的过程。该机制下的业务触发过程可分为两个阶段，即 S-CSCF 根据 iFC(initial Filter Criteria)触发各个 AS 的过程，以及 SCIM 根据业务能力准则触发各个 SC 的过程。然而分析整个 IMS 网络的性能可知，这种在原有 S-CSCF 业务触发机制上叠加 SCIM 触发 SC 的业务提供方式，在呼叫建立流程中增加了一个网络实体的排队系统，必然会导致了整个网络的平均呼叫延迟增大，SCIM 将成为新的网络性能瓶颈。此外，贝尔实验室开发的业务代理通过 SIP 代理方式实现了 SCIM 功能^[10]，并将 IMS 中 SCIM 的概念应用于非 IMS 网络，通过业务代理实现业务组合和交互管理^[11]。

由此可见，目前对 IMS 业务层 SCIM 的研究工作仅限于 SCIM 的结构设计和功能定义方面，未在理论上对 SCIM 业务触发机制带来的网络性能影响进行分析，同时，SCIM 的研究者也未考虑通过 SCIM 的应用降低 S-CSCF 的负荷水平以及改进 IMS 核心网的呼叫延迟。

3 DSCIM 业务触发方式

为了减少 IMS 业务层的呼叫请求在 S-CSCF，SCIM 和 AS 之间的相互转发次数，改善业务触发机制的性能，可考虑在 AS 中扩充业务触发功能，使呼叫请求不经过 S-CSCF 直接转发至下一个 AS。然而，功能独立的 AS 无法获取其他 AS 的地址，且 AS 的业务触发过程可能会存在业务冲突问题^[12,13]，因此，AS 之间难以相互协作完成多个业务的执行过程。文献[7]提出扩展 AS 的功能，将业务代理功能模块作为每个 AS 的功能模块部署，通过分布式 SCIM 的功能结构管理多个 AS 之间的业务交互。但文献中未给出分布式业务代理的功能结构以及通过业务代理完成业务触发过程的具体信令流程。因此，根据文献[7]的设计，并同时考虑网络整体性能以及 AS 的能力，本文提出 DSCIM 业务触发机制，通过其业务触发功能和交互管理功能完成多个业务的连续调用。

3.1 DSCIM 结构视图

DSCIM 的结构如图 1 所示，该框架包括 CSCIM (Center SCIM, 中央 SCIM 服务器)和 SCIMN(SCIM Node, SCIM 节点)。其中 CSCIM 可作为具有 AS 交互管理功能的特殊 SIP AS 与 HSS 以及其他 AS 交互；SCIMN 作为轻量级 SCIM 代理部署在各个 AS 中，完成与 CSCIM 消息交互和转发呼叫请求的功能。CSCIM 通过 Cx 接口从 HSS 获取用户的业务签约信息，具体过程与 S-CSCF 从 HSS 获取业务签约信息相同。在 IMS 业务层增加基于 SIP 消息的 Cn 接口，CSCIM 通过该接口为 SCIMN 提供下一步转发 AS 的地址。

CSCIM 内部包括 SAIL(Service Application Interaction Logic, 业务应用交互逻辑)和 SARL (Service Application Register Logic, 业务应用注册逻辑) 两个功能实体。SAIL 支持业务冲突检查算法的加载以及运营商的业务触发规则的配置。CSCIM

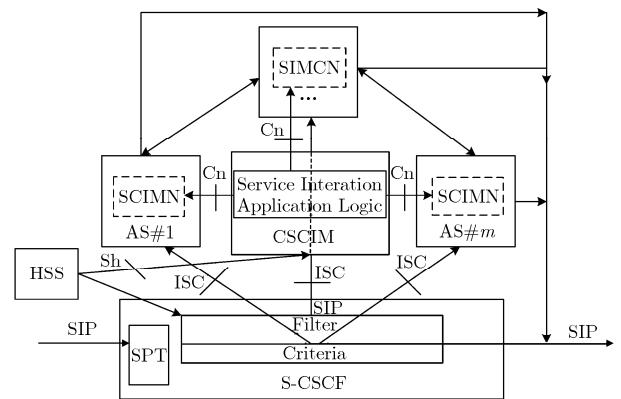


图 1 DSCIM 网络结构视图

从 HSS 获取到一系列 iFC 之后, SAIL 将多个 AS 的业务逻辑进行组合, 在原有 iFC 列表中增加调用 SC 的业务触发点, 并创建新的业务过滤准则. SARL 管理各个 AS 的业务说明文档, 当一个新的应用部署在 IMS 网络中时, 其 XML 格式的业务说明文档将通过 SARL 模块添加.

SCIMN 是 SCIM 的代理节点, 分别部署在各个 AS 中, 并配置 CSCIM 的地址. SCIMN 内部分为两个功能模块, 一是负责与 CSCIM 交互以获取下一步转发请求的 AS 地址, 二是根据 CSCIM 的指示将 SIP 请求转发至下一个 AS 并等待返回消息.

3.2 DSCIM 业务触发流程

首先说明 CSCIM 与 SCIMN 的交互过程. CSCIM 收到来自 SCIMN 发送的 SIP ‘INVITE’ 请求后, SAIL 根据当前请求的事务标识查找该呼叫的状态. 若本次事务的呼叫请求是首次到达 SAIL, 则 CSCIM 通过 Sh 接口从 HSS 获取 iFC, 并创建该用户的业务过滤准则列表; 否则, CSCIM 从内存中调用该请求的过滤准则. SAIL 解析 SIP 请求, 检查其中的 SPTs 实例, 根据 S-CSCF 的业务触发算法^[1], 获得执行下一步业务逻辑的 AS 地址. 最后, CSCIM 将下一步转发的 AS 地址以及消息无法到达指定 AS 时的缺省处理方式通过 SIP ‘INFO’ 消息发送至 SCIMN.

DSCIM 业务触发流程包括 S-CSCF, HSS, 多个 AS(含 SCIMN)以及 CSCIM 等通信实体, 如图 2 所示, 具体描述如下:

(1) S-CSCF 根据公共用户标识从 HSS 请求包含某个用户业务签约信息的 iFC 集合, 该集合包括业务流程中涉及各个 AS 地址、每条准则的优先级、由逻辑表达式连接的 1 至 n 个 SPTs 实例组成的触发点以及消息无法到达指定 AS 时的缺省处理方式

等.

(2) 当 S-CSCF 收到了一个 SIP 请求时, 解析收到的 SIP 消息, 根据 iFC 的优先级顺序查找与当前 SIP 消息中 SPTs 实例匹配的最高优先级的业务触发点, 将请求发送至指定的 AS.

(3) 当 AS 收到 SIP 请求时:

(a) AS 根据 SIP 请求执行业务逻辑;

(b) SCIMN 模块复制该 SIP 请求, 将其发送至 CSCIM, SCIMN 收到来自 CSCIM 的 SIP 消息后, SCIMN 记录下一步的转发地址并修改 AS 获得的 SIP 请求消息.

以上两个过程并行执行.

(4) SCIMN 根据获取的请求转发地址, 转发 SIP 请求至下一个 AS 或转发回 S-CSCF:

(a) 若请求转发至下一个 AS, 执行步骤(3);

(b) 若请求返回 S-CSCF, 业务触发流程结束.

若请求无法到达 AS, SCIMN 将执行消息无法到达指定 AS 时的缺省处理.

4 性能分析模型

IMS 业务触发机制可根据 Jackson 排队网络理论抽象为由多个队列组成的排队网模型, 变量定义如图 3 和图 4. 为了便于分析, 作如下假设:

(1) 每一个呼叫请求包含 ‘INVITE’ 和 ‘200OK’ 一对消息, 本文只考虑排队网络模型中单向信令的呼叫时延, 因此, 呼叫到达率可认为是 ‘INVITE’ 消息的到达率.

(2) AS#1 至 AS# m 为某次呼叫流程中可能涉及的 AS, 且已根据其业务触发顺序进行了排序, 即 AS# i 在 AS# j 之前触发 ($1 < i < j \leq m$). 如果业务签约流程中, 存在一个呼叫请求离开 AS# i 之后再次转发回 AS# i 的情况^[2], 依据上述假设, 在本模型业

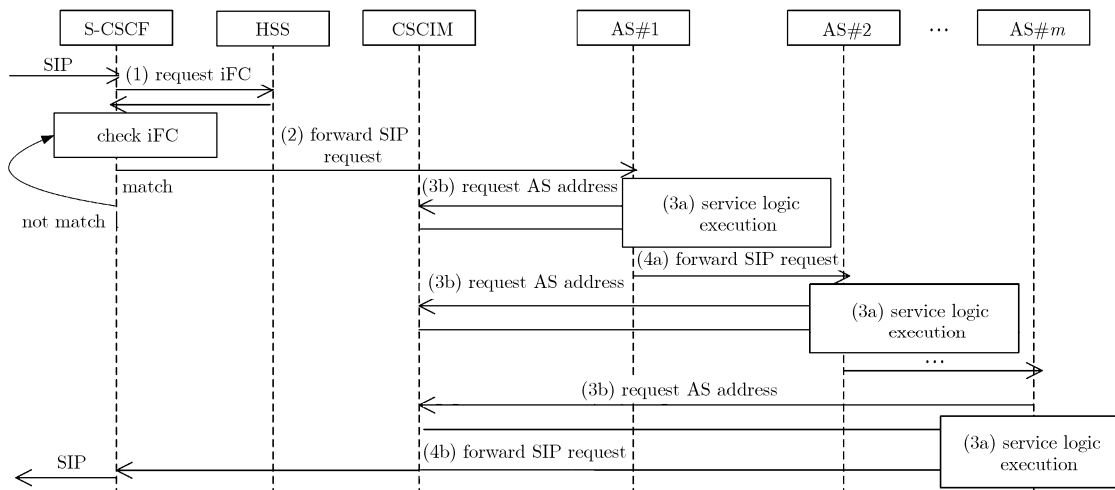


图 2 DSCIM 业务触发流程

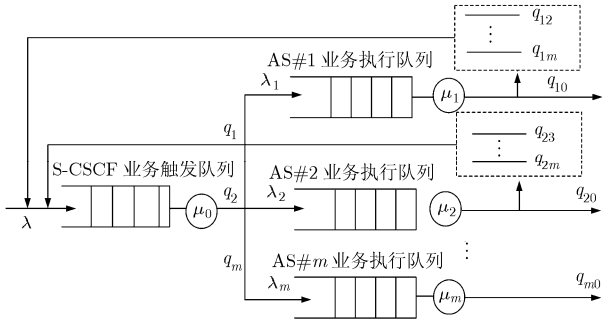


图3 S-CSCF 业务触发模型

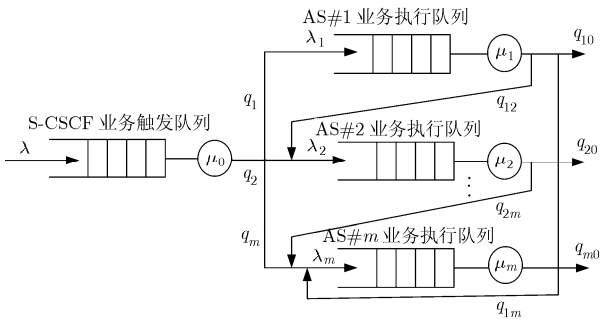


图4 DSCIM 业务交互方式排队网模型

务触发的后续流程中，增加 AS#k($i < k \leq m$) 作为 AS#i 的副本再次提供业务执行队列。因此，AS 转发的请求只能到达业务触发序列中排列在其后的其他 AS。

(3) 呼叫到达率服从泊松分布，队列中呼叫处理时间即服务时间服从负指数分布。

4.1 S-CSCF 业务触发模型

S-CSCF 业务触发队列与 m 个 AS 业务执行队列组成带反馈的 Jackson 排队网络，如图 3 所示。根据 S-CSCF 业务触发过程，S-CSCF 收到来自网络外部的呼叫请求后，通过匹配业务触发准则以概率 q_i 将请求发送至 AS#i。当 AS#i 执行业务逻辑完成后，呼叫请求返回 S-CSCF；根据业务触发准则，呼叫请求以概率 q_{i0} 离开 S-CSCF 或通过 S-CSCF 以概率 q_{ij} 转发至 AS#j ($i < j \leq m$)。在本次业务触发过程中，AS#j 的优先级比 AS#i 低，即 AS#j 的触发顺序排列在 AS#i 之后。以上过程可由马尔可夫状态转移矩阵表示：

$$P = \begin{matrix} & \text{S-CSCF} & \text{AS\#1} & \text{AS\#2} & \cdots & \text{AS\#m} & \text{STOP} \\ \text{S-CSCF} & \left[\begin{array}{cccccc} 0 & q_1 & q_2 & \cdots & q_m & 0 \\ q_{12} + \cdots + q_{1m} & 0 & q_{12} & \cdots & q_{1m} & q_{10} \\ q_{23} + \cdots + q_{2m} & 0 & 0 & \cdots & q_{2m} & q_{20} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right] \end{matrix}$$

由状态转移矩阵可得排队网络各个实体的呼叫到达率的表达式：

$$\left. \begin{aligned} \lambda_0 &= \lambda + \sum_{i=1}^m (1 - q_{i0}) \lambda_i \\ \lambda_i &= q_i \lambda + \sum_{k=1}^{i-1} q_{ki} \lambda_k \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

其中 $\sum_{i=1}^m q_i = 1$, $\sum_{i=k+1}^m q_{ki} + q_{k0} = 1$ 。

由式(1)中 λ_i 的表达式可知 $\lambda_1 = q_1 \lambda$ ，可求得 λ_1 ； $\lambda_2 = q_2 \lambda + \lambda_1 q_{12}$ ，将 λ_1 代入可求解 λ_2 ，以此类推，最终求得 λ_m 。将 λ_1 至 λ_m 代入 λ_0 表达式，可求得 λ_0 。

4.2 DSCIM 业务触发模型

DSCIM 业务触发机制中，AS 与嵌入其中的 SCIMN 构成同一个网络通信实体，且 CSCIM 与 DSCIM 的交互过程与 AS 业务逻辑执行过程同步进行。因此，Jackson 网络只包括一个 S-CSCF 业务触发队列和 m 个 AS 业务执行队列，如图 4 所示。根据 3.2 节所述 DSCIM 业务触发流程，AS#i 执行业务逻辑完成后，通过其 SCIMN 直接将呼叫请求以概率 q_{ij} 发送至 AS#j。由 4.1 节分析方法可得 DSCIM 业务触发机制下 S-CSCF 与各个 AS 实体的呼叫到达率的表达式：

$$\left. \begin{aligned} \lambda_0 &= \lambda \\ \lambda_i &= q_i \lambda + \sum_{k=1}^{i-1} q_{ki} \lambda_k \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

其中 $\sum_{i=1}^m q_i = 1$, $\sum_{i=k+1}^m q_{ki} + q_{k0} = 1$ 。式(2)中 λ_0 已给出，根据式(1)的计算方法，可求得 λ_1 至 λ_m 。

由 Jackson 定理可知，Jackson 网络包含 m 个节点，在稳定状态下，节点 i 的顾客到达速率为 λ_i ，如果每个节点为 $M/M/1$ 排队模型，网络的平均时延为

$$T_{\text{delay}} = \frac{1}{\gamma} \sum_{i=1}^m \frac{\rho_i}{1 - \rho_i} \quad (3)$$

其中 $\gamma = \sum_{i=1}^m \gamma_i$ 表示来自网络外部的顾客到达率的

总和， $\rho_i = \lambda_i / \mu_i$ 。将式(1)，式(2)求得的 λ_0 和 λ_i 分别代入式(3)，可得到两种业务触发机制下的网络平均时延。

由排队论可知， $\rho_i = \lambda_i / \mu_i$ 表示队列的负荷水平，即某个网络实体的负载压力， ρ_i 的最大值表示网络中的性能瓶颈。设 S-CSCF 队列的截止队长为 k ，则 $p_c = p_k = (1 - \rho_0) \rho_0^k$ 表示 S-CSCF 排队系统的拒绝概率。

5 仿真和性能比较

首先通过仿真试验来证明式(3)在 IMS 业务触发机制模型中呼叫时延的正确性,其后通过数字化计算对 S-CSCF 业务触发机制和 DSCIM 业务触发机制进行性能对比分析。

5.1 仿真实验

仿真环境的 IMS 业务层网络拓扑结构包括 S-CSCF, DSCIM 核心服务器, 以及部署了多媒体彩铃业务的 AS1 和呼叫前转业务的 AS2, 该环境可模拟用户发起泊松分布的会话, IMS 的业务触发流程, 以及业务逻辑执行过程。由于 AS 与 SCIMN 之间的交互属于同一台机器的进程间通信, 其时延与网络传输时延相比可忽略。 $\lambda = 40, \mu_0 = 50, \mu_1 = \mu_2 = 43, q_1 = q_2 = 0.5, q_{12} = 0.2$ 时, 由式(3)计算得 $T_{S-CSCF} = 0.235, T_{DSCIM} = 0.152$, 该值与图 5 和图 6 中描述的 4000 个采样点的平均值基本相等, 其他取值的仿真结果在此不再一一列出。仿真试验的大多数结果平均值的置信区间在 1%之内, 可以达到 99%的置信度, 因此, 两种业务触发机制的性能分析模型能够合理说明实际网络的情况。

5.2 呼叫延迟时间分析

图 7 描述了当 $m=2$ 时, S-CSCF 业务触发机制和 DSCIM 业务触发机制中不同的二次业务触发概率下, 网络的平均时延曲线。DSCIM 业务触发机制的平均呼叫时延较 S-CSCF 业务触发机制低。其原因是在 S-CSCF 业务触发机制中, 呼叫量的增大导致反馈到 S-CSCF 处理的呼叫到达率随之增大, 当 S-CSCF 的总呼叫到达率逐渐接近其服务率时, S-CSCF 业务触发机制的平均时延迅速增加。然而, DSCIM 业务触发机制中, 当来自网络外部呼叫到达率增大时, 各个实体的呼叫到达率均匀增加, 不存在如 S-CSCF 的瓶颈节点, 因此, 网络的平均时延增长比较平稳。同时, 当业务连续触发次数较多, 即呼叫请求离开 AS#i 后, 以较大的概率被转发至 AS#j, 随着呼叫到达率的增加, 排队网络内部的转发呼叫请求量迅速增加, 导致 S-CSCF 业务触发机

制的平均时延呈现较快增长趋势, 而 DSCIM 业务触发机制的平均时延可保持线性增长。此外, 图 5 和图 6 也说明, 当 $\lambda = 40$ 时 S-CSCF 业务触发机制的呼叫建立时延抖动较大, 而 DSCIM 业务触发机制的呼叫建立时延相对稳定。

IMS 网络中 AS 的数目由 $m=2$ 增加到 $m=20$, 相应的排队网络呼叫平均时延曲线如图 8 所示。当 AS 数目增加时, 业务连续触发导致的排队网络内部转发的呼叫请求量增大。此时, S-CSCF 业务触发机制的平均呼叫时延呈现指数增长趋势, 而 DSCIM 业务触发机制的平均呼叫时延增长十分缓慢, 基本保持水平状态。因此, DSCIM 业务触发机制在运营商通过多个 AS 为用户提供丰富的业务时, 更具有实际意义。

5.3 S-CSCF 负荷水平分析

通过式(1)和式(2)计算 λ_0 和 ρ 从而求得 S-CSCF 在两种业务触发机制下的负荷水平增长曲线, 如图 9 所示。随着呼叫量的增加, 以及 AS 数量的增多, S-CSCF 的负荷水平升高。S-CSCF 业务触发机制中, 当 AS 数量增加, 网络的最大吞吐量降低; 而 DSCIM 业务触发机制中, S-CSCF 的负荷水平的增长只取决于呼叫到达率的增加, 与网络中 AS 的数量无关。由图 10 可知, 若保证系统稳定, 设定截止队长, 则 DSCIM 业务触发机制下 S-CSCF 排队系统的拒绝概率始终小于 S-CSCF 业务触发机制下 S-CSCF 排队系统的拒绝概率, 且前者不随 AS 数量的增加而变大。因此, 从 S-CSCF 的负荷水平分析, DSCIM 业务触发机制可降低 IMS 网络负荷水平, 在同样呼叫量和业务量的情况下, 使 IMS 网络运行更加稳定。

6 结束语

SCIM 的应用使 IMS 网络业务层向着基于 AS 的业务能力^[4]组合方向演进, 在研究设计 SCIM 框架时, 如何降低网络实体负荷、缩短会话延迟也是需要重点考虑的一个方面。本文提出了一种分布式 SCIM 的业务触发机制, 通过消除 S-CSCF 控制信

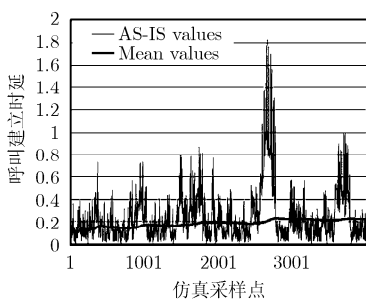


图 5 S-CSCF 业务触发机制呼叫建立时延

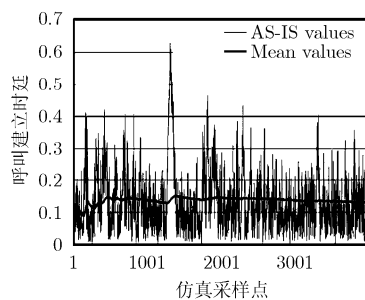


图 6 DSCIM 业务触发机制呼叫建立时延

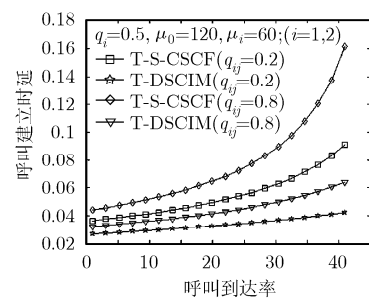


图 7 平均呼叫时延 ($q_{ij}=0.2$ & $q_{ij}=0.8$)

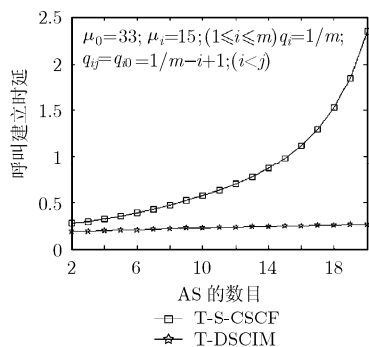


图8 不同AS数目的平均呼叫时延

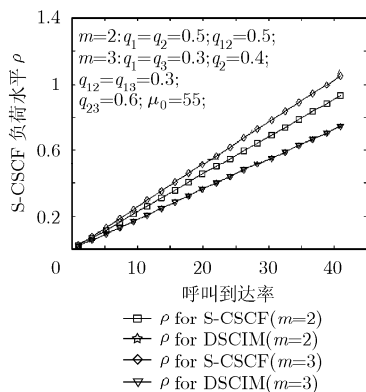
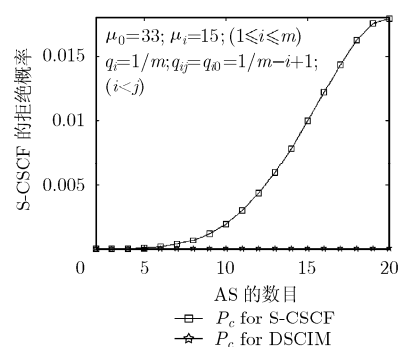


图9 S-CSCF的负荷水平

图10 S-CSCF的拒绝概率 $k=20$

令往返多次触发业务的过程,降低了网络的平均呼叫时延,减小了S-CSCF负荷。文章说明了DSCIM模型的基本架构以及业务触发流程,并通过Jackson排队网络对IMS网络业务触发机制进行建模和仿真。仿真数据和理论计算说明DSCIM业务触发机制可以有效降低S-CSCF实体的负荷水平并缩短会话延迟时间。DSCIM业务触发机制需要在业务层中部署CSCIM服务器以及在各个AS中部署SCIMN,引入了一定的规范推广代价,但对IMS核心网络实体以及呼叫的信令流程无任何改动。因此,DSCIM业务触发机制在IMS网络建设中有一定的指导意义。

本文重点研究了IMS的业务触发机制,提出了DSCIM业务触发机制的结构视图和业务触发流程,其管理业务能力和解决业务冲突的问题将作为未来的研究工作继续进行研究。

参考文献

- [1] 3GPP TS 23.218, V8.0.0. IP Multimedia(IM) session handling; IM call model [S]. 2007-12.
- [2] Umschaden K, Miladinovic I, Bessler S, and Gojmerac I. Performance optimizations in UMTS switched call control [C]. Fifth IEEE International Conference on 3G mobile communication technologies, London, UK, October 2004: 73-177.
- [3] Foster G, Pous M I, Pesch D, Sesmum A, and Kenneally V. Performance estimation of efficient UMTS packet voice call control [C]. IEEE Fall 2002 Vehicular Technology Conference, Vancouver, Canada, Sept. 2002: 1447-1451.
- [4] Cao Yu-fei, Liao Jian-xin, and Qi Qi. A cache based session setup mechanism for IMS[C]. ICC Workshops' 08, Beijing China, 19-23 May 2008: 261-265.
- [5] Gouya A and Grespi N. SCIM (Service Capability Interaction Manager) implementation issues in IMS service architecture [C]. ICC '06, Istanbul, TURKEY, June 2006, Vol 4: 1748-1753.
- [6] 3GPP TSG-CN1 Meeting #SIPadhoc0201, Tdoc N1-020052.

Phoenix, USA, 14-18 January 2002.

- [7] 3GPP TR23.810, V0.9.0. Study on architecture impacts of Service Brokering [S]. 2008-01.
- [8] 3GPP TSG SA WG2 Architecture -S2#62 S2-080519. Use Cases of Service Brokering Functions. Marina Del Rey, California, USA, 14-18 January 2008.
- [9] Gouya A, Grespi N, and Oueslati L. Next generation network service architecture in the IP Multimedia Subsystem [C]. Second Asian Internet Engineering Conference, AINTEC 2006, Pathumthani Thailand, November 28-30, Volume 4311/2006: 48-60.
- [10] Kristin F Kocan, William D Roome, and Vinod Anupam. Service capability interaction management in IMS using the lucent service broker™ product [J]. *Bell Labs Technical Journal*, 2006, 10(4): 217-232.
- [11] Kocan K F, Roome W D, and Anupam V. A novel software approach for service brokering in advanced service architectures [J]. *Bell Labs Technical Journal*, 2006, 11(1): 5-20.
- [12] Gouya A and Grespi N. Service invocation issues within the IP multimedia subsystem, networking and services [C]. ICNS'07, Athens Greece, June 19-25 2007: 33.
- [13] Gouya A and Grespi N. Service broker for managing feature interactions in IP multimedia subsystem[C]. Proceedings of Sixth International Conference on Networking, Sainte-Luce Martinique, April 22-28 2007: 54.
- [14] ETSI TR 181 004 V1.1.1. Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN Generic capabilities and their use to develop services [S]. 2006-03.

戚琦: 女, 1982年生, 博士生, 研究方向为下一代网络、服务质量关键技术。

廖建新: 男, 1965年生, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为网络智能化。

朱晓民: 男, 1974年生, 副研究员, 硕士生导师, 研究方向为智能网、下一代业务网络、3G核心网、协议工程等。

曹予飞: 男, 1974年生, 博士, 研究方向为下一代网络、3G核心网。