

智能办公系统中基于模糊理论的联动呼叫技术

冯 晨¹, 吴佳伟¹, 夏 天¹, 王宝海², 朱银阳³

(1. 国网上海市电力公司, 上海 200122;

2. 南京南瑞信息通信科技有限公司, 江苏 南京 211000;

3. 南京邮电大学 通信与信息工程学院, 江苏 南京 210003)

摘 要:目前国网公司在处理语言通信业务时,其行政话机都是通过人工查询通信录,并以手工方式进行拨号通话,效率很低,给用户带来了很多的不便。针对上述情况,文中提出了一种面向智能办公系统的基于IMS的会话系统架构,可以将桌面终端和本地IMS的电话终端进行连接,实现本地IMS终端与呼叫用户之间的话机联动,从而可以实现智能呼叫。会话系统架构从用户的角度出发,选取了呼叫间隔时间、呼叫中心区域、呼叫频率和呼叫持续时间四个参数,采用模糊理论技术分析了每个用户来电的重要程度,较好地处理了客户呼叫问题,从而可以提高用户的满意度。仿真结果表明,该系统在处理客户呼叫问题时可以有效降低呼叫损失,并且能够提高行政桌面呼叫沟通效率。

关键词:智能办公系统;IMS;桌面终端;话机联动;模糊理论

中图分类号:TP301

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2019)11-0081-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2019.11.017

Linked Call Technology Based on Fuzzy Theory in Intelligent Office System

FENG Chen¹, WU Jia-wei¹, XIA Tian¹, WANG Bao-hai², ZHU Yin-yang³

(1. State Grid Shanghai Municipal Electric Power Company, Shanghai 200122, China;

2. Nanjing Nanrui Information and Communication Technology Co., Ltd., Nanjing 211000, China;

3. School of Communication and Information Engineering, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

Abstract: At present, when dealing with language communication business, the state grid company uses its administrative telephone to manually inquire the communication record and dial the telephone in a manual way. The efficiency is very low, which brings a lot of inconvenience to users. In view of the above situation, we propose an IMS-based session system architecture for intelligent office systems, which can connect the desktop terminal with the local IMS telephone terminal to realize the linkage between the local IMS terminal and the calling user. From the perspective of the user, the session system architecture selects four parameters: call interval time, call center area, call frequency and call duration. The fuzzy theory is used to analyze the importance of each user's incoming call. The session system architecture can better handle the customer and increase user satisfaction. The simulation shows that the system proposed can effectively reduce call loss and improve the efficiency of administrative desktop call communication.

Key words: intelligent office system; IMS; desktop terminal; telephone linkage; fuzzy theory

0 引言

传统的公共交换电话网(PSTN)和有线电视网(CATV)的网络架构缺乏灵活性,它们只给用户提供的有限的服务,与网络密切相关的服务架构导致新业务难以开发,人们只能通过某种网络实现某种服务。随着互联网的快速发展和IP多媒体技术的兴起,加之用

户对各种服务业务的需求不断增长,传统的网络架构已无法满足用户的期望。

目前国网公司用于行政办公的通信业务主要有基础语音及补充业务类、会话类和数据类。公司现有会话系统能基本满足企业与用户的要求,但是面对电力通信行业日益复杂的业务发展需求,以及移动互联网

收稿日期:2018-12-27

修回日期:2019-04-29

网络出版时间:2019-06-26

基金项目:国家自然科学基金面上项目(61771252,61471203)

作者简介:冯 晨(1991-),男,助理工程师,硕士,从事电力系统通信系统建设工作。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20190626.0823.018.html>

的发展和 IMS 融合技术的兴起,现有的会话系统难以满足未来的需求,加之公司当前的行政话机主要由程控电话交换网提供,其业务种类不及 IMS 系统丰富,用户体验不好;其次,现有的行政电话交换网未实现通过统一的企业通讯录进行点击拨号或者发送短信息的功能,未将其语音呼叫能力开放给其他信息系统使用,用户不能通过点击拨号等方式在信息系统中进行电话呼叫或者短信发送^[1]。为了弥补传统的行政话机人工查号和拨号的缺陷,亟需一种有效可行的智能会话系统。

1 国内外研究现状

文献[2]提出了一个基于 IMS 的会话控制框架,可以方便地开发基于会话的通信服务,为用户提供 IMS 中新颖的通信体验。文献[3]在探索 IMS 会话建立性能的基础上,提出了一种新颖的并行会话建立机制(PSSM),可以减少呼叫建立延迟。文献[4]提出了一种 MA 会话转移方法,可以保证 IP 多媒体子系统(IMS)会话的移动性和一致性,并且可以在一定程度上降低会话转移延迟。文献[2-4]主要研究了会话系统的性能和会话信令控制流程,分析了如何降低会话建立或者会话转移的时延,但都没有从用户的角度出发,考虑在会话系统忙碌时的会话接入问题。

文中首先提出了一种适用于电力行政办公的基于 IMS 的会话系统架构,可以将行政桌面终端和本地 IMS 行政电话终端进行连接,实现本地 IMS 终端与呼叫用户之间的联动,从而可以实现智能呼叫。接着,提出了基于模糊理论的综合决策评估算法,从用户的角度出发,选取了呼叫间隔时间、呼叫中心区域、呼叫频率和呼叫持续时间四个参数,并构造了客户重要程度的评估集,较好地处理了客户呼叫问题。目的是设计智能会话系统,并评估会话系统的有效性和可行性。

2 基于 IMS 的会话架构设计

2.1 IP 多媒体子系统 IMS 和会话协议 SIP

IP 多媒体子系统(IMS)由 3GPP 定义并由用于会话控制和信令的 SIP 协议形成,为网络集成和服务扩展提供了更好的解决方案^[5]。IMS 系统架构是一个开放式架构系统,其核心设计方法是“业务与控制相分离”和“控制与承载相分离”。该方法有利于新业务的发展,并且可以支持多种接入方式,使不同的用户可以访问 IMS 网络。这样用户就可以享用各种各样的业务服务,提高用户的体验效果^[6]。

在 IMS 网络架构中,应用服务器(AS)主要是为最终用户提供服务,其通过会话协议 SIP 与核心层连接,SIP 是 IMS 架构的核心协议^[7]。会话发起协议 SIP

是用于发起、管理和终止会话的信令协议^[8]。在基于 IP 网络的多业务应用中,SIP 具有更灵活方便的特性。SIP 具有可扩展性、安全性、QoS 以及与 PSTN 等其他协议的互操作性等优点^[9]。SIP 的最终目标是让用户能够访问互联网上任何可访问的服务,并成为互联网连接到电信、多媒体等的媒介。

2.2 基于 IMS 的会话系统架构

基于 IMS 的会话架构系统主要改进了 IMS 核心层部分,核心层中的信令实体主要包含呼叫会话控制功能(CSCF)、归属用户服务器(HSS)、多媒体资源功能(MRF)等其他实体^[10]。其中,CSCF 是负责处理 IMS 中所有 SIP 信令的基本服务器^[11];HSS 主要是处理多媒体会话所需的相关订户信息的存储库^[12]。此外,MRF 是 IMS 架构的重要组成部分,可以在网络中提供开放的多媒体服务分组处理,用户之间通过 MRF 发送/接收实时协议来进行会话处理^[13]。

会话架构的设计主要考虑了 IMS 功能实体的类型、媒体级别与信令级别分离的原则,架构中的 MRF 功能实体主要用于处理会话,并向 CSCF 和 AS 发送信号。在 MRF 的帮助下,应用服务器 AS 不受媒体服务的处理操作,可以专注于会话控制服务。因此,采用集中模型作为基于 IMS 的会话系统的体系结构,如图 1 所示。

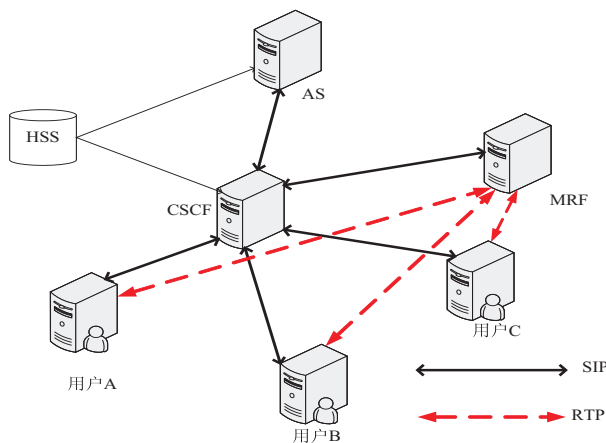


图 1 基于 IMS 的会话系统架构

在图 1 中,用户 A、用户 B 和用户 C 通过 SIP 协议访问 CSCF 服务器,CSCF 服务器主要负责处理来访客户的来电情况,然后把处理信息更新到 HSS 服务器中,这样 HSS 服务器就存储了客户呼叫信息库,最后通过应用服务器 AS 做出相应的回馈。同样地,用户 A、用户 B、用户 C 可以通过 RTP 协议直接访问 MRF 服务器,这样就可以实时地反馈客户需求。

3 基于模糊理论的综合决策评估算法

3.1 模糊理论

模糊理论由 Zadeh 提出,用来近似不完整的信

息^[14]。模糊理论通过模糊集合或者隶属度函数表示这种不准确的信息,这种表示有可能在推理过程中使得不确定的信息组成有规则的、并且可以进行定量处理的信息。模糊推理系统的主要缺点是无法为这种系统准备专门的信息库,最好的结果就是由经验丰富的工程师实现,但是模糊理论能够将集合成员表示为可能性分布,同时模糊理论依赖于信赖程度而不是可能性,使得模糊理论比其他理论最有效。

模糊集理论可以认为是评估决策的一种工具,模糊集中使用集合 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ 表示评估时需要考虑的 n 种因素,集合 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ 表示评估时的 m 种评判结果, $B = (b_1, b_2, \dots, b_j, \dots, b_m)$ 中的 b_j 表示第 j 种评估 v 在综合评估中所占的地位,同时综合评估依赖于各个因素在评估中所占的权重。

3.2 决策评估算法

文中提出的决策评估算法是基于模糊理论的,从客户的角度考虑,选取了呼叫间隔时间、呼叫中心区域、呼叫频率和呼叫持续时间四个参数,算法步骤主要有建立因素集、构建评价集、单因素评估、综合评估和评估排序。具体如下:

(1) 建立因素集。因素集 $U = \{u_1, u_2, u_3, u_4\}$, 其中 u_1 表示呼叫间隔时间,定义为客户呼叫时间距离当前时间的间隔时间,距离当前时间的间隔越长,表明该客户来电的重要程度越低; u_2 表示呼叫中心区域,定义为呼叫用户距离当前话机的位置,中心区域离话机位置越远,表明该客户来电的重要程度越小; u_3 表示呼叫频率,定义为客户连续呼叫话机的次数,客户呼叫越频繁,表明该客户的来电越重要; u_4 表示呼叫持续时间,定义为客户呼叫行政话机的时长,呼叫行政话机持续时间越长,表明该客户的来电重要程度越大。

(2) 构建评价集。为了评价客户来电的重要程度,构建了评价集 $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4\}$, 其中 v_1 表示很重要, v_2 表示较重要, v_3 表示不太重要, v_4 表示不重要。

(3) 单因素评估。首先对呼叫间隔时间、呼叫中心区域、呼叫频率和呼叫持续时间这四个因素进行单因素评估,假设 $\varphi(k, c_i, u_j)$ 为客户 c_i 在因素 u_j 的影响下第 k 次呼叫时该客户的重要程度, u_j 不同 $\varphi(k, c_i, u_j)$ 的表示形式也不同。如果为 u_1 , 则

$$\varphi(k, c_i, u_j) = \begin{cases} 1 - \frac{\text{time}(\text{cur}) - \text{time}(k)}{T}, & \text{time}(\text{cur}) - \text{time}(k) < T \\ 0, & \text{time}(\text{cur}) - \text{time}(k) \geq T \end{cases} \quad (1)$$

其中, $\text{time}(i)$ 表示第 i 次呼叫距离当前的间隔时间; T 为一个时间标量。

若为 u_2 , 则

$$\varphi(k, c_i, u_j) = \begin{cases} 1 - \frac{\text{dist}(\text{cur}) - \text{dist}(k)}{T}, & \text{dist}(\text{cur}) - \text{dist}(k) < D \\ 0, & \text{dist}(\text{cur}) - \text{dist}(k) \geq D \end{cases} \quad (2)$$

其中, $\text{dist}(i)$ 表示第 i 次呼叫的区域与当前呼叫的行政话机的距离; D 为一个距离矢量。

若为 u_3 , 则

$$\varphi(k, c_i, u_j) = \begin{cases} 1 - \frac{\text{con}(c_i)}{C}, & \text{con}(c_i) < C \\ 0, & \text{con}(c_i) \geq C \end{cases} \quad (3)$$

其中, $\text{con}(c_i)$ 表示客户总的呼叫次数; C 为连续呼叫次数。

若为 u_4 , 则表示客户 c_i 第 K 次呼叫时的持续呼叫时长,用呼叫间隔时间与服务时态的时间距离来衡量。 $w_{i,j}$ 为因素 i 对评估集 v_j 的隶属度,计算方法如下:

$$w_{i,j} = \frac{\sum_{l=1}^{l=n} \sum_{k=1}^{k=m_i} \varphi(k, c_l, u_i)}{\sum_{l=1}^{l=n} \sum_{k=1}^{k=m_i} \varphi(k, c_l, u_i)} \in [0, 1] \quad (4)$$

其中, n 表示客户总数量; m_i 表示客户 c_i 的呼叫次数。

按照上述计算方法可得如下单因素向量,每个向量中的每个数据为:

$$u_1 \rightarrow (w_{11}, w_{12}, w_{13}, w_{14})$$

$$u_2 \rightarrow (w_{21}, w_{22}, w_{23}, w_{24})$$

$$u_3 \rightarrow (w_{31}, w_{32}, w_{33}, w_{34})$$

$$u_4 \rightarrow (w_{41}, w_{42}, w_{43}, w_{44})$$

由上述单因素评估,可诱导出模糊关系 $R_f = R$, 得单因素评估矩阵:

$$R = \begin{pmatrix} W_{11} & W_{12} & W_{13} & W_{14} \\ W_{21} & W_{22} & W_{23} & W_{24} \\ W_{31} & W_{32} & W_{33} & W_{34} \\ W_{41} & W_{42} & W_{43} & W_{44} \end{pmatrix} \quad (5)$$

(4) 综合评估。综合评估需要考虑到每个因素在评估过程中所占有的权重,假设权重集为: $A_i = (a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, a_{i4})$, $i \in [1, 4]$, 则综合评估结果表示为:

$$B = A_i \circ R \quad (6)$$

然后对综合评估结果进行归一化处理。设归一化集合为 E , 集合 E 中的元素 e_{ij} 表示归一化后的客户 i 对评估因素 v_j 的影响程度, 则

$$e_{ij} = \frac{b_{ij}}{\sum_{j=1}^4 b_{ij}} \quad (7)$$

其中, $b_{ij} = \vee (w_{ik} \wedge a_{kj})$, \circ 表示向量与矩阵相乘, \vee 表示选取较大值, \wedge 表示选取较小值。

(5) 评估排序。在上述步骤完成后,对归一化集

合进行评估排序,选取归一化集合 E 中的最大值。如果集合 E 中的最大值是固定的,那么客户的重要性也是惟一的;如果集合 E 中的最大值不唯一,就采用扫描法对集合 E 从左往右或者从右往左进行扫描,第一个最大值就为客户的重要程度。也就是说,如果得到集合 E 中的最大值为 e_{ik} ,则客户对应的重要程度为 v_k 。

确定客户所属的评估结果后,根据它们的评估值进行由高到低的排序,同时客户的排序也遵循 $v_1 > v_2 > v_3 > v_4$ 。根据评判结果,呼叫系统可以根据客户的重要程度选择未接来电客户或者大规模并发客户,实现呼叫的智能化处理。

4 仿真结果与分析

为了评估该会话架构的可行性和有效性,对系统架构进行了仿真,仿真软件采用 MATLAB。

首先根据客户来电情况建立一个客户呼叫模糊信息库,如表 1 所示。

表 1 客户呼叫模糊信息库

客户	呼叫间隔时间	呼叫中心区域	呼叫频率	呼叫持续时间
001	较近(0.8)	较远(0.3)	较多(0.7)	短(0.1)
001	近(0.8)	远(0.1)	较多(0.6)	较长(0.8)
001	近(0.9)	较近(0.8)	较多(0.5)	较长(0.6)
002	远(0.1)	较远(0.3)	较少(0.4)	长(0.8)
002	较近(0.7)	较远(0.5)	较少(0.3)	较短(0.5)
003	较远(0.3)	较近(0.9)	多(0.9)	长(0.8)
003	近(0.9)	近(0.9)	多(0.8)	长(0.8)
003	近(0.8)	较近(0.9)	多(0.7)	较长(0.7)
003	近(0.7)	较近(0.8)	多(0.9)	较长(0.7)
004	较远(0.3)	较远(0.3)	少(0.1)	短(0.2)

然后按照上述的算法步骤可以得到评估结果,如表 2 所示。这里假设排序方法按照从左往右进行扫描。

表 2 客户呼叫评估结果

客户	很重要	较重要	不太重要	不重要
001	0.42	0.26	0.25	0.07
002	0.33	0.33	0.24	0.10
003	0.42	0.32	0.21	0.05
004	0.25	0.25	0.25	0.25

最后按照排序规则可以得到排序后的客户集,如表 3 所示。

表 3 排序后的客户集

序号	客户号	评估结果
1	001	很重要
2	003	很重要
3	002	较重要
4	004	不太重要

表 3 显示,按客户重要程度,从重到轻依次为客户 001,003,002,004。

在得到客户重要程度以后,假设越重要的客户越早呼叫,对呼叫中心的损失就越小。为了量化损失,设 n 个客户通过评估后得到的排序后的客户序号集为 $p = \{p_1, p_2, \cdots, p_n\}$ 。 a, b 表示损失单位,满足:

$$s(p_i, p_j) = \begin{cases} a, & \text{客户号 } p_i, p_j \text{ 按照 } P \text{ 序号大小排列} \\ b, & \text{客户号 } p_i, p_j \text{ 不按照 } P \text{ 序号大小排列} \end{cases}, i \neq j$$

呼叫系统的损失和为 $L = \sum s(p_i, p_j)$ 。这里取 $a = 1, b = 0.5$,令 $n = 20$ 。图 2 是在 P 序列排列程度下的损失结果,图 3 为 IMS 会话架构与传统会话架构损失量的比较。

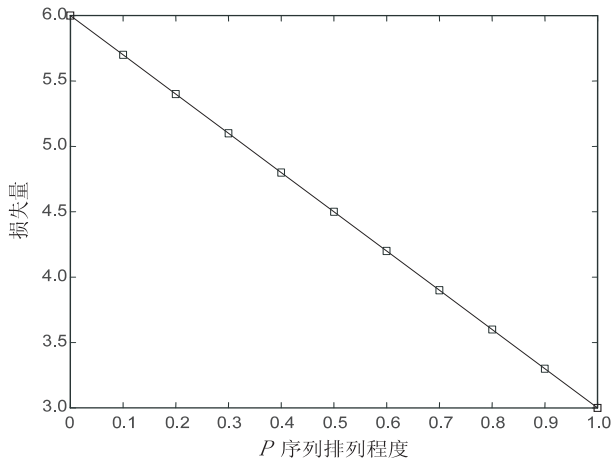


图 2 P 序列排列程度下的损失量

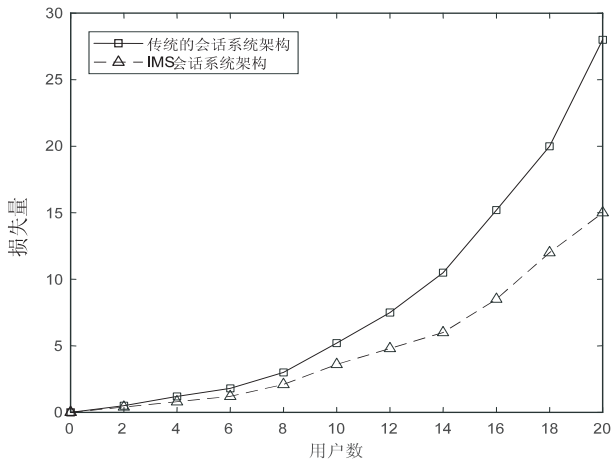


图 3 IMS 会话架构与传统会话架构的比较

从图 2 可以看出,随着 P 序列排列程度的提高,损

失呈线性下降趋势,也就是说当评估算法准确性越高时,损失量就越少,同时也证明了基于 IMS 的会话系统的有效性,因此需要提高评估算法的准确性。由图 3 可以看出,采用基于 IMS 的会话系统架构,对呼叫中心造成的损失量低于传统会话架构系统,并且随着用户数的增多,两者所产生的差别也是越来越大,表明基于 IMS 的会话系统可以降低对呼叫中心造成的损失量。

5 结束语

文中提出了一种适用于电力行政办公的基于 IMS 的会话系统架构,可以将行政桌面终端和本地 IMS 行政电话终端进行连接,实现本地 IMS 终端与呼叫用户之间的联动,从而实现智能呼叫。同时,提出了一种基于模糊理论的综合决策评估算法,从用户的角度出发,选取了呼叫间隔时间、呼叫中心区域、呼叫频率和呼叫持续时间四个参数,并构造了客户重要程度的评估集,较好地处理了客户呼叫问题,进而验证了该系统的可行性和有效性。仿真结果表明,该系统在处理客户呼叫问题时可以有效降低呼叫损失,并且能够提高行政桌面呼叫沟通效率。

参考文献:

[1] 梁启文. 基于 IMS 网络的融合通信控制体系分析研究[J]. 信息通信, 2015(11): 218-219.

[2] JIA Junying, LIN Hu, YU Bo, et al. A uniform session-based media controlling framework for IMS terminal[C]//International conference on pervasive computing, signal processing and applications. Harbin, China: IEEE, 2010: 185-188.

[3] CAO Yufei, ZHANG Lei, QI Qi, et al. A novel paralleling session setup mechanisms in IMS[C]//4th IEEE international conference on broadband network and multimedia technol-

ogy. Shenzhen, China: IEEE, 2012: 250-254.

[4] YUN Changho, PARK J W, LIM Y K. Session mobility of IP multimedia subsystem (IMS) using modified assured (MA) session transfer[C]//15th Asia-Pacific conference on communications. Shanghai, China: IEEE, 2009: 794-797.

[5] 朱少慧, 熊建设. 基于 IMS 架构的网络融合与业务应用[J]. 中国新通信, 2008(17): 75-80.

[6] 张永明. IMS 组网技术及网络融合探讨[J]. 邮电设计技术, 2011(1): 66-69.

[7] RODRÍGUEZ M G, MATEOS E J T. A 3GPP system architecture evolution virtualized experimentation infrastructure for mobility prototyping[C]//International conference on testbeds & research infrastructures for the development of networks & communities. Innsbruck, Austria: ICST, 2008: 42.

[8] 贾 宏, 刘甲春. IMS 中的 SIP 路由机制的研究[J]. 重庆邮电大学学报: 自然科学版, 2007, 19(s1): 144-146.

[9] WU J S, TU J Y. A fast IMS service recovery mechanism for the handover over MIH-capable heterogeneous networks[J]. Wireless Personal Communications, 2013, 68(4): 1761-1787.

[10] 陈 宾. 基于 IMS 的固网接入方案的设计与实现[D]. 北京: 北京邮电大学, 2011.

[11] 杨红梅, 赵 勇, 李 娜. IMS 集中式业务(ICS)技术研究[J]. 电信网技术, 2010(8): 11-15.

[12] 李华敏, 张志本, 袁鑫昌. SIP 协议在 IMS 系统中应用的研究[C]//中国通信学会学术年会. 北京: 中国通信学会, 2008.

[13] DRWAL G, SIKORA M. Induction of fuzzy decision rules based upon rough sets theory[C]//IEEE international conference on fuzzy systems, 2004. Budapest, Hungary: IEEE, 2004: 1391-1395.

[14] 徐惠敏. 基于模糊控制的离心式压缩机防喘振控制系统的研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2006.