

智能外呼系统研究及设计

Research and Design of Intelligent Outbound Call System

李亚梦¹,张国鹏²,刘 浏²,肖 莉²,吴浩然¹(1. 中国联通网络技术研究院,北京 100048;2. 中国联通无锡分公司,江苏 无锡 214000)

Li Yameng¹, Zhang Guopeng², Liu Liu², Xiao Li², Wu Haoran¹ (1. China Unicom Network Technology Research Institute, Beijing 100048, China; 2. China Unicom Wuxi Branch, Wuxi 214000, China)

摘 要:

外呼是企业维系客户、扩展市场的重要手段,但是传统的人工外呼方式在人力成本、用户体验、话务分配等方面都面临很大的挑战。为了应对这些挑战,提出了一种智能外呼系统设计方案,使用语音识别、语音合成、自然语言处理等技术构建智能外呼系统,可以针对特定的场景,自动对用户进行回访,代替人工维系客户,降低成本,提高回访质量。

关键词:

外呼系统;人工智能;语音识别;自然语言处理
doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2018.12.017
中图分类号:TP181
文献标识码:A
文章编号:1007-3043(2018)12-0077-06

Abstract:

Outbound call is an important mean for enterprises to maintain customers and expand market, but the traditional outbound service faces great challenges in terms of human cost, user experience, traffic assignment and so on. In order to deal with the problems, a design scheme for intelligent outbound system is provided, which uses speech recognition, speech generation, natural language processing, semantic analysis and other technologies. It can automatically visit users for specific scenarios without the need to maintain customers manually, so it reduces costs and improves the quality of service.

Keywords:

Outbound call system; Artificial Intelligence; Speech recognition; Natural language processing

引用格式:李亚梦,张国鹏,刘浏,等. 智能外呼系统研究及设计[J]. 邮电设计技术,2018(12):77-82.

0 引言

当前电信运营商的传统语音收入持续下降,新业务所占比重日趋上升,开发和宣传新的业务,形成新的收入增长点成为各家电信运营商的重要工作之一。外呼型呼叫中心^[1]是按照专业流程,根据提前编写好的标准话术,与客户进行沟通,确认相关权益的电话服务,是电信运营商开发和宣传新业务的有效手段之一。当前电信运营商的回访需求十分巨大,仅仅采用人工来进行电话回访,不能满足当前业务的增长需求,因此需要投入大量的人力来完成回访任务,对回

访团队的专业度要求也越来越高。

本文针对以上难题提供了一种可智能化运营的外呼系统设计方案,利用知识图谱^[2-3]、语音识别^[4]、语音合成^[4]、自然语言理解^[5]、数据挖掘^[6]等人工智能技术,自动与用户进行智能语音交互。同时,提供智能化运营管理平台对系统进行监控统计、智能控制、流程管理,从传统运营模式向互联网化运营模式转变,实现智能化运营。

1 智能外呼系统发展现状及关键技术

1.1 智能外呼系统发展现状

近年来,人工智能技术在各行各业加速落地。智能外呼系统作为智能客服系统的一个细分种类,一直

收稿日期:2018-10-29

以来被广泛应用^[7], 主要包括服务型外呼中心^[8-9]、营销型外呼中心^[10-11]、提示型外呼中心^[12]、运维型外呼中心^[13]等。服务型外呼中心对客户就服务态度、产品质量、使用情况进行电话回访, 了解用户情况、意见及需求, 为用户提供售后服务。营销型外呼中心用于主动向客户宣传公司新政策、新优惠、推荐新业务。提

示型外呼中心用于提醒用户服务期限、缴费等信息。运维型外呼中心一般供内部运维人员使用, 在监测到系统告警信息时及时提醒相关人员。

智能外呼系统的发展演进可以分为4个阶段, 如图1所示。

第1代传统外呼系统使用关键词和模板匹配技

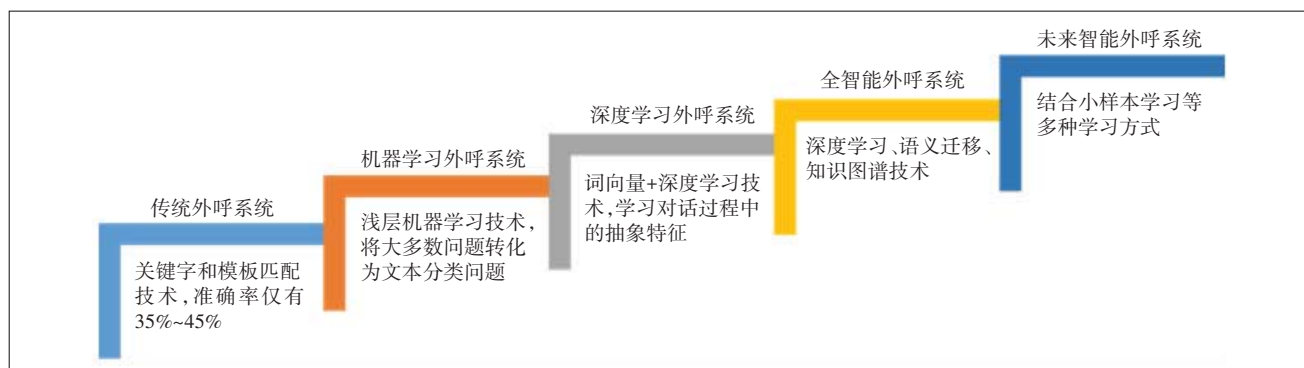


图1 智能外呼系统演进过程

术, 需要在知识库中预设关键词或正则表达式模板, 与用户的提问进行匹配, 命中则给出相应的答案; 或者使用检索技术, 用户提问与知识库的问题进行相似度比较, 如果相似则返回相应的答案。由于自然语言的复杂性, 这种基于字面匹配的方法, 所能达到的准确率和召回率都比较低, 且系统强烈依赖人工设置的关键词和模板。

由于关键字和模板匹配的技术带来的局限性, 第2代机器学习外呼系统开始引入传统的机器学习算法模型。这类系统将聊天过程转化为分类问题^[14]。首先通过统计学的方法获得句子特征, 然后采用随机森林、支持向量机和逻辑回归等机器学习技术, 对文本进行分类, 根据分类结果查找对应的模板。

第3代智能外呼系统采用机器学习和深度学习的算法, 首先将训练语料转换为词向量的形式, 输入到神经网络系统中, 使用神经网络系统获得更抽象的语义特征, 训练出的模型也具有更强的语义泛化能力。深度学习需要使用大量的数据进行学习, 适配新领域时成本高, 客户训练维护成本高。

近年来, 第4代智能外呼系统在深度学习算法中引入知识图谱和迁移学习技术, 促使智能外呼系统由认知引擎向决策引擎升级。

未来第5代智能外呼系统中将引入小样本学习等技术, 进一步提高系统理解自然语言的能力, 优化智

能外呼系统的用户体验。

1.2 智能外呼系统关键技术

1.2.1 语音识别

语音识别技术, 其目标是将人类语音中的内容转变为相应的文本或命令。常用的语音识别技术包括基于动态时间规整(Dynamic Time Warping)的算法、基于参数模型的隐马尔可夫模型(HMM)的方法、基于非参数模型的矢量量化(VQ)的方法、基于人工神经网络(ANN)的算法以及混合算法, 其中基于HMM的传统的声学模型依赖于语音和文本数据, 以及一个单词到音素的发音字典。HMM是序列数据的生成模型, 训练后该模型为每一个文本语句对应的备选发声波形给一个概率。它将音素以及音素序列用离散的类来模拟, 语音识别的目标是预测正确的类序列。如果 Z 表示从声波提取的特征向量序列, 那么语音识别系统可以根据最优分类方程来工作。

$$\hat{w} = \arg \max_{w \in W} P(w|Z) \quad (1)$$

实际上 w 使用贝叶斯准则来计算该值。

$$\hat{w} = \arg \max_{w \in W} P(Z|w)P(w) \quad (2)$$

其中 $P(Z|w)$ 是声学似然, 代表词 w 被说了的情况下, 语音序列 Z 出现的概率。 $P(w)$ 是语音打分, 是语音序列出现的先验概率, 其计算依赖于语言模型, 在忽略语音序列出现概率的情况下, 上式可以简化为:

$$\hat{w} = \arg \max_{w \in W} P(Z|w)P(w) \quad (3)$$

1.2.2 知识图谱

知识图谱是结构化的语义知识库,用符号形式描述物理世界中的概念及其相互关系。它是人工智能技术的组成部分,其强大的语义处理和互联组织能力,为智能化信息应用提供了基础。每一个知识图谱包括对象、条件、属性、参数4个元素,其中对象与属性决定一个知识图谱的结构,条件与参数决定一个知识图谱的实例化。一个知识图谱可以有多个实例化结果,实例化结果与传统知识库中的“知识”概念相似,每个实例化结果对应一个标准答案。知识图谱的4个元素说明如下:

- a) 对象:一条知识的核心名词。
- b) 条件:修饰并实例化对象的定语。
- c) 属性:对象的下级特征。
- d) 参数:修饰并实例化属性的定语。

以营业厅为例,将其作为本体,部分知识图谱结构如图2所示。

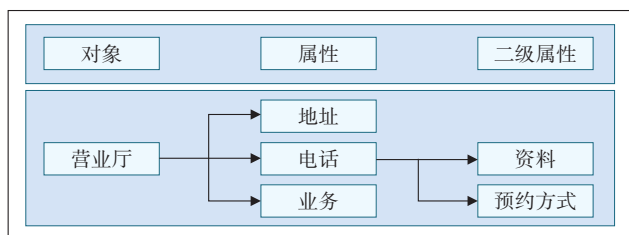


图2 知识图谱示例

知识图谱的构建模式如图3所示。从最原始的数据(包括结构化、半结构化、非结构化数据)出发,采用一系列自动或者半自动的技术手段,从数据库中提取知识事实,并将其存入知识库的数据层和模式层,这一过程包含信息抽取、知识表示、知识融合、知识推理4个过程,每一次更新迭代均包含这4个阶段。

1.2.3 自然语言处理

语义分析指运用各种方法,学习与理解一段文本所表示的语义内容。一段文本通常由词、句子和段落来构成,根据理解对象的语言单位不同,语义分析又可进一步分为词汇级语义分析、句子级语义分析和篇章级语义分析。因为对话系统中一般以句子为单元,我们重点介绍句子级语义分析,句子级的语义分析试图根据句子的句法结构和句中的词义等信息,推导出能够反映这个句子意义的某种形式化表示。根据句子级语义分析的深浅,又可以进一步划分为浅层语义分析和深层语义分析。

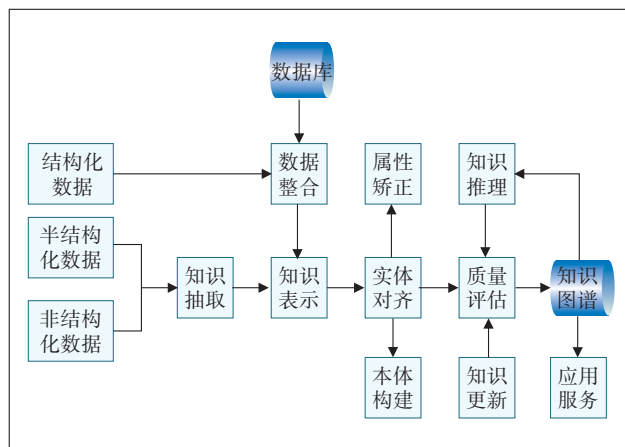


图3 知识图谱构建模式

一种典型的浅层语义分析是语义角色标注,其任务是找出句子中谓词的相应语义角色成分,包括核心语义角色(如施事者、受事者等)和附属语义角色(如地点、时间、方式、原因等)。目前语义角色标注的实现通常都是基于句法分析结果。深层的语义分析不再以谓词为中心,而是将整个句子转化为某种形式化表示,如谓词逻辑表达式、基于依存的组合式语义表达式等。

2 第4代全智能外呼系统设计方案

本文设计的第4代全智能外呼系统基于语音识别、语音合成、自然语言处理、数据挖掘等人工智能技术,针对运营商业务场景,主动回访用户。在回访过程中主动识别用户意图,并使用语音与用户进行多轮对话交互,使机器可以问得出、听得懂、能理解、能回答,像真正的客服一样与客户进行沟通,达到代替人工维系客户的目的。同时,开发智能化运营管理平台对模型进行调整优化及监控管理,从传统服务渠道向互联网化运营模式转变,助力实现智能化运营。

2.1 智能外呼系统架构

语音回访机器人打造全语音智能交互系统和智能化运营管理平台,实现客户的自动维系和系统的智能运维。基础资源层为上层算法提供设备和数据资源;应用支撑层包含系统所需的基础算法和高层算法,基础算法为贝叶斯、决策树、支持向量机等机器学习基础算法,高层算法包含语音识别引擎、语义理解引擎、答案生成引擎、语音合成引擎、用户画像引擎和知识图谱引擎六大核心能力引擎,为上层应用提供基础模块和数据、服务接口;应用层为面向用户的全语

音智能交互系统,包含6个基础应用:用户调查、辅助决策、精准营销、信息通知、信息完善等语音对话应用及用户反馈应用。智能化运营管理平台横跨整个系统,对系统各环节进行监控管理,包含3个基础应用:统一监控、流程管理、智能化训练。图4为第4代全智能外呼系统架构。

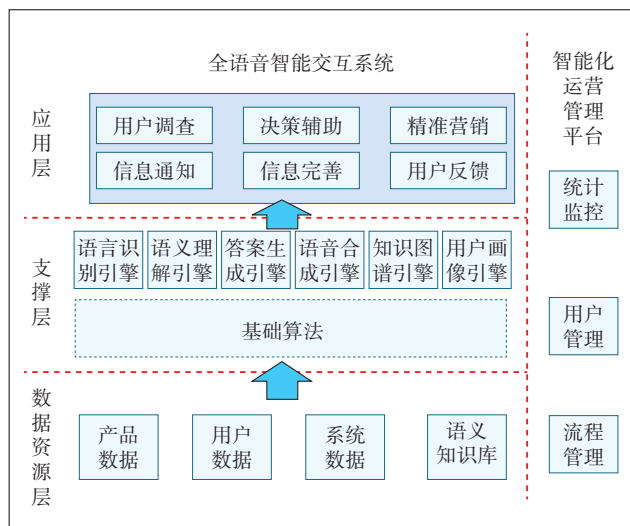


图4 第4代全智能外呼系统架构

2.2 全语音智能交互系统

全语音智能门户深度应用人工智能技术,通过上下文语意理解、意图切换、口语化表达等训练,可自动拨打用户电话,并运用自然语言与用户进行多轮对话交互,提供类似人工的“多问多答”的服务。与企业大数据信息深度融合,自动根据用户行为、特点等提取相匹配的答案来解决客户问题。

2.2.1 扁平化智能应用

基于语音识别的扁平化智能应用如图5所示。

a) 系统自动拨出,用户接通后进入外呼模块。

b) 外呼模块将客户的语音信息发送到智能交互系统。

c) 智能交互系统首先进行噪声消除,将过滤后的语音转化为文字信息,根据送达的语音信息进行分词、语义分析,连接后台样本库和知识库进行业务匹配。

d) 业务匹配之后机器人即开始处理业务,并将处理结果通过语音方式播放给用户,如果没有精确匹配到某个业务,而是匹配到多个业务,需要给用户播报菜单,用户再选择具体匹配哪个业务。

e) 用户同智能交互系统进行交互沟通。

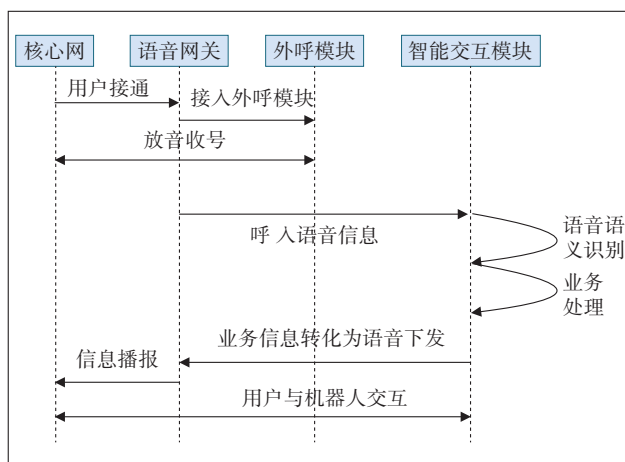


图5 基于语音识别的扁平化智能应用

2.2.2 智能交互工作流程

针对每个用户的语音应答流程如图6所示。呼叫中心拨打用户电话,接通之后获取语音信息,经过噪声去除、识别引导、自动监听、语音唤醒之后,可将语音内容送入语音识别引擎,转化为文字信息;语义理解引擎通过过滤纠错、词法分析、上下文处理、知识点匹配等过程理解用户的语义,明白用户想说的,答案生成模块针对用户语义做出相应的闲聊或任务相关的回复,最后通过语音合成技术自动回复给用户,同时将相关问答过程更新到语义知识库中。

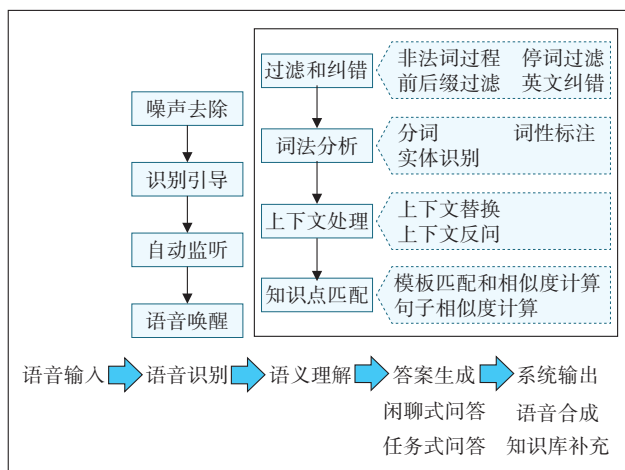


图6 智能交互工作流程

2.2.3 功能设计

用户调查:针对用户的购买和服务使用行为,定期对用户进行服务体验追踪调查。本模块基于用户的基本信息和历史回访记录生成的用户画像,首先使用数据分析算法在回访用户数据库中筛选合适的用户,结合用户购买服务的详细信息,根据“用户一服

务”对设计建模方案。模块中采用“常规问题+个性化问题”结合的方式,针对性地生成提问问题,尽可能多地收集用户体验信息,同时避免问题过多导致的用户厌烦心理,提高回访效率和回访体验。

辅助决策:在新产品开发过程中,针对有争议或者要进一步审核确认的问题,通过回访提问,辅助进行产品决策,设计产品方案,预估投入市场的产出。本模块根据用户画像和新产品的特点,首先用机器学习算法针对性地选择一部分用户作为回访用户,为新产品设计问题,存入问答语义知识库,对每一个回访用户提出的问题,使用机器学习算法找出答案。

精准营销:本模块基于用户画像和特征挖掘算法从产品的特征描述事例中得到用户的兴趣资料,通过相关特征属性来定义用户和产品信息,基于用户对历史产品的评价,考察用户资料与待预测项目的匹配程度,为多用户、多产品设计推荐方案。

信息通知:针对用户已经办理的业务,进行定制化的提醒通知,保证用户的使用体验。本模块的实现比较简单,基于用户购买的产品和服务信息使用数据挖掘获取当前需要为用户提供的通知即可。

信息完善:用户数据库中难免会存在数据缺失的情况,语音回访机器人可以在进行回访时,对用户的缺失信息进行咨询补充,完善用户数据库。本模块根据用户缺失信息和用户购买行为,使用语义理解引擎在语义知识库中获取相关的问题,在获取用户反馈之后,对用户反馈信息的真实性、有效性进行判断,并提取结构化结果补充进用户信息数据库中。

2.3 智能化运营管理平台

智能化运营管理平台基于数据分析、可视化等技术对系统进行统计监控、智能控制、流程管理,降低平台运营成本,提高运营效率。

2.3.1 统计监控

对智能多轮对话的运营情况进行全面监控、统计分析。本模块使用数据分析技术对每日主动回访次数、回访主题、接通比、多轮对话次数、接通比例、用户反馈情况等进行分析,并将结果通过可视化技术展示,同时面对异常情况(回访服务异常、用户反馈急剧变差等),主动向相关负责人发送报警信息。

2.3.2 流程管理

支持运营管理人员对流程进行管理,当添加新的回访需求时,运营人员只需按照要求填写回访需求,即可自动生成回访流程设计方案,供运营人员选择,

同时可支持运营人员配置智能交互流程、话术等信息。

2.3.3 智能控制

本模块实现训练过程的模型自动修复、模型自动更新等功能。自动对智能对话系统的坏样本进行修复和训练,不断提升智能对话系统的语音、语义识别能力。可以结合系统流量和模型时间,使用数据分析技术寻求最优的模型更新方案。例如系统新增流量超过某个阈值或现有模型用户反馈变差时,自动训练新的模型。

3 中国联通智能外呼系统实施案例

中国联通有着丰富的场景和客户资源,用户回访的需求十分巨大。无锡联通针对T卡维系、套餐迁转、零流量用户激活、存量维系、宽固营销、移网发展、服务提升等多场景构建智能外呼系统。实施效果如表1所示。

表1 智能外呼系统与人工外呼对比结果

项目	智能机器人	传统人工坐席
工作效能(通/日)	3 000~5 000	100~300
工作质量	准确、专业	参差不齐
薪资待遇(元/年)	15 000~30 000	60 000~80 000
培养周期	无	1~3个月
语音识别准确率	0.9	不确定
应答响应时间/s	0.8	不确定
情绪稳定性	持续稳定	时常波动
工作稳定性	极高	不稳定

以零流量用户激活为例介绍无锡联通智能外呼系统。我们将用户分为有意向用户、无意向用户和未接通用户。抽取了一段时间内36 000次外呼的数据,统计结果如表2和表3所示。

表2 智能外呼系统2G/3G/4G零流量用户激活统计

分类	拨打数	接通数	接通率/%	统计时间内产生流量的用户数量	破零率/%
2G	24 658	16 120	65.4	6 250	25.3
3G	1 952	1 152	59.0	511	26.2
4G	9 390	5 519	58.8	4 825	51.4
合计	36 000	22 791	63.3	11 586	32.2

破零用户归纳分析:接通过户中通过有效对话+挂机短信促成流量破零的用户转化率是4.8%;无效接通过户(未说话挂断)+挂机短信促成流量破零的用户转化率是3.9%。说明系统有效的外呼可以提升流量

表3 智能外呼系统零流量用户激活分析

分类		拨打前零流量	拨打后破零	破零率/%
有意向用户	有效对话3轮以上(含)	3 639	213	5.9
	有效对话2轮	1 629	72	4.4
	表示在忙	171	6	3.5
无意向用户	明确拒绝	1 704	91	5.3
	有效对话1轮	3 783	143	3.8
	未说话挂断	5 259	162	3.1
未接通用户	未接通	8 377	357	4.3
	占线	400	26	6.5
	停机+空号+关机	546	24	4.4
合计		25 508	1 094	4.3

破零用户的转化。

4 结束语

本文针对目前企业面临的外呼任务需求,提供了一个可实现智能化运营的智能外呼系统设计方案。本系统包含全语音智能门户和统一智能运营平台,能够像人工客服一样拨打电话并与用户进行交互,完成用户调查、辅助决策、精准营销、信息通知、信息完善等任务,大大降低人力成本,提升服务质量。

该智能外呼系统未来一方面可以在外呼之前进行更优化的个性化分析,根据用户画像制定不同的外呼策略,包含外呼时间、场景、话术等;另一方面,系统可以组合多场景,在一次外呼过程中通过自然流畅的对话完成多项任务,提升外呼的效率和质量。

参考文献:

[1] 赵永良,付鑫. 大数据与智能客服的融合应用实例[J]. 供用电, 2018(6):72-76.

[2] 饶竹一,张云翔. 基于知识图谱的智能客服系统研究[J]. 电力信息与通信技术,2017(7):41-45.

[3] PAULHEIM H. Knowledge graph refinement: A survey of approaches and evaluation methods[J]. Semantic Web,2017,8(3):489-508.

[4] 杜蕊. 呼叫中心与语音技术的综合应用与研究[J]. 通讯世界, 2016(22):84-84.

[5] 洪旭东. 基于电话语音的特定业务自然语言自动咨询系统研究[D]. 昆明:昆明理工大学,2013.

[6] 葛媛,詹舒波. 基于预测方法的自动外呼系统的研究与设计[J]. 软件,2012,33(11):35-37.

[7] 陈项端. 外呼系统的应用[J]. 海峡科学,2008(7):67-68.

[8] 陈希. 中国移动客服外呼系统设计与实现[D]. 长春:吉林大学, 2008.

[9] 吴朝霞. 银行客服中心外呼系统的分析与设计[D]. 南昌:江西财经大学,2017.

[10] 李素明. 企业电话外呼营销系统的构建探讨[J]. 现代商贸工业, 2010,22(22):162-163.

[11] 王翔. 江苏电信外呼营销系统的设计与实现[D]. 南京:南京邮电大学,2011.

[12] 孙敏. 基于电子证据的信用卡催收系统的分析与设计[D]. 济南: 山东大学,2010.

[13] 郭瑞. 基于自动语音识别的IT运维呼叫中心系统的实现[J]. 河南科技,2010(4):3-4.

[14] 李建洲,杨兴荣. 自动外呼系统基于自动分类技术的语音意图判定方法:CN103458056 A[P]. 2013.

[15] 张力平. 人工智能、大数据和云计算的融合发展[J]. 电信快报, 2017(9):27-27.

[16] 曹广山,陈昇波. 智能客服中大数据技术应用的探讨[J]. 邮电设计技术,2016(12):59-63.

[17] 杨彭智. 基于移动端与大数据并行的现代企业客服系统浅谈[J]. 信息通信,2017(12):63-66.

[18] 陈志云,商月,钱冬明,等. 基于知识图谱的智能答疑系统研究[J]. 计算机应用与软件,2018,35(2):178-182.

[19] PUJARA J, HUI M, GETOOR L, et al. Knowledge Graph Identification[C]// International Semantic Web Conference. 2013.

[20] 杜泽宇,杨燕,贺樑. 基于中文知识图谱的电商领域问答系统[J]. 计算机应用与软件,2017(5):159-165.

[21] 杨亚山. 基于语音情感智能的呼叫中心服务管理研究[D]. 上海: 复旦大学,2014.

[22] 潘霄峰. 语音识别在呼叫中心中的应用[D]. 北京:北京邮电大学,2014.

[23] 李刚. 预测式外呼算法研究及呼叫系统原型设计[D]. 重庆:重庆大学,2016.

[24] 田科. 多媒体外呼系统的研究与设计[J]. 电脑与电信,2011(11): 71-73.

[25] 李欣,李大勇,张昊. 基于IT运维平台的呼叫中心建立[J]. 信息与电脑(理论版),2013(6):160-161.

[26] 郭文卓. 某烟草公司呼叫中心系统自动外拨模式的设计与优化[J]. 消费导刊,2015(7):316-317.

[27] 艾渊. 浅论基于大数据的客服机器人系统研究[J]. 电子世界, 2017,(17):103-103.

[28] 代海英. 企业呼叫中心系统建设和应用[J]. 计算机与网络,2013, 39(22):66-69.

[29] 张伯驹. 新一代铁路客户服务系统的研究与探讨[J]. 铁路计算机应用,2017,26(6):20-23,30.

作者简介:

李亚梦,工程师,硕士,主要从事语义分析、知识图谱等自然语言处理技术与通信网络、垂直行业应用结合的研究及相关工作;张国鹏,毕业于南京邮电大学,学士,主要研究新一代移动互联网通信、物联网、智能制造、人工智能;刘浏,毕业于东南大学,高级工程师,学士,主要负责产业互联网方面工作;聚焦大数据、人工智能技术在垂直行业领域的产品应用;肖莉,毕业于南京财经大学,工程师,学士,主要负责人工智能在产业互联网的拓展与应用研究;吴浩然,工程师,硕士,主要从事人工智能应用、计算机视觉(图像检测、匹配)应用和教育信息化等研究工作。