

# 基于 AI 智能语音交互气象服务的研究与应用

李 建,张 锋\*,陈 冲,李俊徽,王 伟

(浙江省气象服务中心,浙江 杭州 310017)

**摘 要:**利用 UNIT 的自然语言理解与交互技术,结合用户行为分析,开展基于 AI 智能语音人机交互的应用研究,以实现智能交互式的气象服务。现阶段语音查询天气预报的应用场景已经日渐普及,但如何解决智能化的服务提醒尚有较大差距。该文提出在 UNIT 技术的基础上,通过收集并结合 Hadoop 分布式处理技术引入 Map Reduce 计算模式,依托“智慧气象”APP、“天气罗盘”小程序、“气象安全导航”APP 等浙江省气象局的服务平台和出口积累的用户行为数据,分析历史用户查询天气的时间、地点、天气状况等数据,得出用户在特定环境下获取气象信息的潜在深层次需求,将其融入智能语音交互气象服务的业务逻辑、技术流程中。经实验和应用表明,结合用户行为分析的 AI 智能语音交互式气象服务极大地提升了用户体验,为智能化交互式气象服务向智慧化交互式气象服务发展转变提供了参考。

**关键词:**AI 语音;Hadoop;行为分析;UNIT;智能交互;气象服务

中图分类号:P409;TP399

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2020)12-0197-06

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2020.12.035

## Research and Application of Intelligent Voice Interactive Meteorological Service Based on AI

LI Jian,ZHANG Feng\*,CHEN Chong,LI Jun-hui,WANG Wei

(Zhejiang Meteorological Service,Hangzhou 310017,China)

**Abstract:**With natural language understanding and interaction technology of UNIT,combined with user behavior analysis,the application research based on AI intelligent voice human-computer interaction is carried out to realize intelligent interactive meteorological service. At present,the application scenario of voice query weather forecast has become more and more popular,but there is still a big gap in how to solve the intelligent service reminder. On the basis of UNIT technology,we introduce Map Reduce computing mode by collecting and combining Hadoop distributed processing technology. Relying on the user behavior data accumulated by service platform and export of Zhejiang Meteorological Bureau such as “smart weather” APP,“weather compass” applet and “weather safety navigation” APP,we analyze the time,place,weather conditions and other data of historical users’ weather query and get the potential deep-seated needs of users to obtain weather information in a specific environment,which are integrated into the business logic and technical process of intelligent voice interactive weather service. Experiments and applications show that the AI intelligent voice interactive weather service combined with user behavior analysis greatly improves the user experience and provides a reference for the development of intelligent interactive weather service to intelligent interactive weather service.

**Key words:**AI voice;Hadoop;behavior analysis;UNIT;intelligent interaction;meteorological service

## 0 引 言

随着 AI 智能技术的发展,人机智能交互的应用也愈加广泛和深入。然而人机智能交互并非是全新的概念,第一个人机对话系统是麻省理工学院的 Weizenbaum 于 20 世纪 60 年代开发的 Eliza<sup>[1]</sup>。Wallace 交互系统通过一种纯模式匹配的方法在对话质量上与以往相比有大幅提高,它利用启发式的会话

规则并嵌入 AIML (artificial intelligence markup language)<sup>[2]</sup>,创造出了 A. L. I. C. E (artificial linguistic internet computer entity)。人机交互已有 60 年的发展史,从命令行操作界面到使用鼠标键盘的图形界面发展到基于触摸屏的无形界面再到语音交互,而硬件则从 PC 机发展到手机,随着技术革新人机交互方式和介质发生变化。无形界面指机器和系统与用户以自然

收稿日期:2020-01-22

修回日期:2020-05-23

基金项目:浙江省科技公益重点项目(2017C03035);浙江省气象重点项目(2019YB05,2017YB07)

作者简介:李 建(1980-),男,硕士研究生,副高,从事网络气象服务技术研究;通讯作者:张 锋(1985-),男,副高,从事网络气象服务技术研究。

的交流方式互动<sup>[3]</sup>,利用人的视觉、听觉、触觉、嗅觉、味觉五个交流通道进行信息传递和交流互动。在这五个交流通道中视觉占据最主要位置,其次是听觉,而在信息传递中听觉语言的综合利用率远高于视觉符号,所以语音交互受到广泛关注。智能语音产品如天猫精灵、小爱音箱、亚马逊、谷歌等呈爆发式增长,并在智能制造、智慧医疗、智慧气象领域的应用越来越广泛,逐渐改变着人们的生活方式。

为迎合智能语音技术的发展和应用,微软、Google 和百度等科技巨头智能对话领域的产品层出不穷。而对于大多数开发者而言,智能交互系统的研发却是一个很困难的工作,对技术和数据的要求都很高。在百度 AI 开发者大会上,百度宣布将其研究多年的自然语言理解与交互技术对外开放,这大大降低了普通开发者的研发门槛。该文正是基于百度 AI 的 UNIT 技术,结合在用户使用气象应用软件过程中收集的相关行为数据,采用了基于 Hadoop 的用户行为分析方法,建立基于用户行为分析的 AI 语音智能气象服务系统,为公众提供更便捷、内容更具针对性的个性化气象服务,实现智能交互气象服务的研发和应用,探索智慧化的气象服务。

## 1 建立用户行为分析系统

### 1.1 构建 Hadoop 用户行为分析架构

该文针对“智慧气象”APP、“天气罗盘”小程序、“气象安全导航”APP 等浙江省气象局服务平台和出口的海量用户行为信息采集日志,搭建 HDFS 分布式文件系统对其进行存储,通过搭建 Hadoop 分布式集群环境并结合 MapReduce 编程框架,建立基于 Hadoop 的用户行为数据分析系统<sup>[4-7]</sup>,对大量相关的用户行为分析资料进行分布式批处理,并对处理结果分析总结形成用户行为画像。

基于 Hadoop 的用户行为分析方法在架构上分 4 个层次来实现,分别是数据、业务逻辑、业务服务、应用层。数据层,首先利用抓包工具 PF\_RING 抓取各服务平台的用户行为分析数据源进行分布式存储,然后调用网络安全开发包工具 Libnids 对数据包进行重组,指对结构化和非结构化数据库的管理;业务逻辑层,主要负责利用分布式 MapReduce 编程来分析用户网络行为活动,并协调数据与各功能层间的关系,包括功能逻辑、处理逻辑以及数据操作;业务服务层主要利用 Hadoop 集群提供相应的技术支持和服务,即 MVC 框架中控制层所完成的功能,包括身份认证、参数管理以及控制管理功能;应用层,主要包含用户能够具体请求和使用的实际功能,指对用户行为信息的内容、功能和交互管理。通过以上 4 个层次的架构设计实现从物理

层到应用层的全层分析。图 1 为用户行为分析系统的架构。

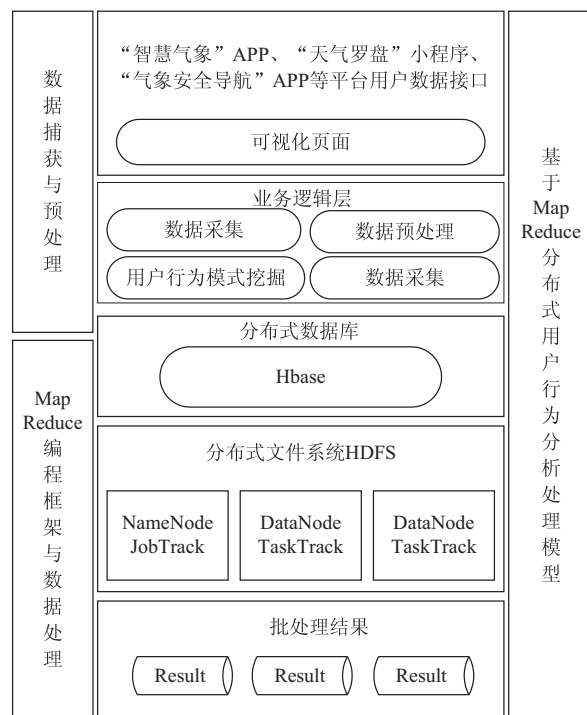


图 1 用户行为分析系统架构

### 1.2 用户行为分析的方法

对用户行为日志数据的采集,该文考虑基于 Java 技术使用 Hadoop 平台的 Chukwa 工具完成,同时开展用户行为数据的分析<sup>[8-9]</sup>。数据和数据结构化日志的转换是通过在 Chukwa 内部设置了 2 个 MapReduce 作业来实现,然后存储到 SQLServer 数据库和 HDFS 分布式存储系统中。用户行为日志的采集格式和实例如表 1 所示。

表 1 日志采集格式及实例

字段	代码	实例
日志 ID	Id	1
用户手机、微信号、QQ 号	User_Id	13588888888
用户 IP 地址	User_IP	12. 123. 12. 1
用户代理信息	Agent_info	DNS;12. 123. 12. 1
访问的时间	Visit_time	2019-7-1 12: 12: 20
访问的来源节点	Source_Address	微信小程序
目标节点	Target_Address	智慧气象 APP
搜索类别	Search_type	天气实况
采集到的其他信息	User_Oinfo	今日步数 12 012
查询的关键词	Key_words	温度
停留时间	Stay_Time	100 s

关键字、用户 ID 等用户行为记录关键信息,可通过分析用户行为相关的日志获得,采用计算模型 MapReduce 分析用户行为的特征,并根据时间进行分

段显示。为计算模型 MapReduce 定义好<Key, Value>格式,通过 Key 对信息进行排序和分类,分析统计出同一键值的 Value 数据。同时为用户提供相应的提示信息增强用户体验感,引入 Word2vec 工具实现关键词分析来提供“热词”服务。该文首先引入了复杂度 MapReduce 计算模型,其基本定义为:

$$S = E \cdot M \cdot T \quad (1)$$

其中,  $S$  为模型复杂度,  $E$  为关键词的数量,  $M$  在具体模型中定义,根据模型不同确定,  $T$  为系统可设置的学

习训练次数。

CBOW 模型开展训练利用的是 Word2vec 工具,该模型相比传统的神经网络模型省略了隐含层,能够实现词语的学习训练。通过上下文来影响当前关键词出现的概率是 CBOW 模型的核心。在此模型中,类似于从袋子中取关键词,在取词数量足够多的情况下,取词的先后顺序是不重要的,所有上下文的关键词对目前关键词出现的概率的影响程度是相同的。CBOW 模型的结构描述如图 2 所示。

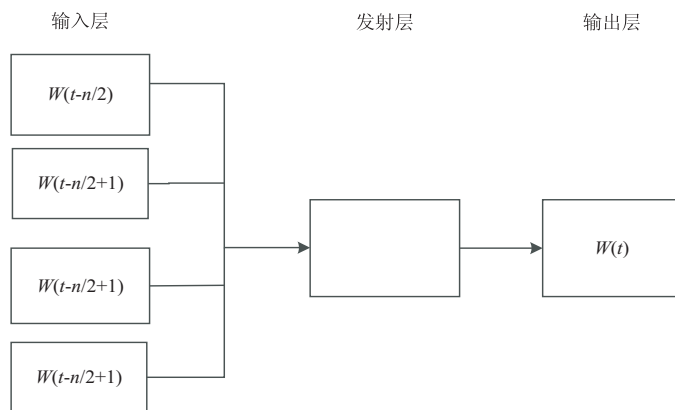


图 2 CBOW 模型

CBOW 模型的训练复杂度表示为:

$$P = V \cdot |S| + N \cdot V \quad (2)$$

其中,  $P$  为 CBOW 模型复杂度,  $V$  为发射层的维度,  $S$  为训练词典的规模,  $N$  为输入层的总长度。  $V \cdot |S|$  是计算量,通过矩阵的形式进行计算和表示学习训练的复杂度。

通过收集用户在使用天气软件过程中留下的使用时间、所在位置、查询要素、关注的功能模块等相关信息,同时根据用户的 ID 信息(实名认证获取的手机号、微信、QQ 号等)结合采集的用户走路步数、出行目的地等综合信息,采用 CBOW 模型分析用户使用天气软件的应用场景,从而获得用户的真实意图,如早锻炼、穿衣、外出旅游等。

## 2 语音交互气象服务系统的设计

### 2.1 基于 AI 的 UNIT 技术应用

UNIT(understanding and interaction technology)是百度公司开发的可定制的人机对话技术。UNIT 提供了融合深度学习与启发式规则的意图理解模型,还包含 NLP(natural language processing)的“口语化分析”与“query 纠错”技术,可对用户的表达进行进一步分析与抽象。通过 DM Kit 建立对话管理与任务执行框架,可无缝对接外部知识库具有 UNIT 云端对话理解能力,丰富了人工智能的回复信息量,实现多状态的复杂对话流程控制。此外,UNIT 还具备交互学习能力,

让对话系统可以像人一样在对话中理解与学习。它可以主动向用户进行澄清询问发现系统理解模糊的问题,也可以被动等待用户发起纠正。通过正常定义对话任务,就可以得到系统内置的交互式理解能力。实验表明,UNIT 技术应用模型可以让 98.1% 的用户对话被系统正确的理解,并具备持续学习的能力。

智能语音对话系统的开放域(open-domain)和封闭域(closed-domain)两种类型的问题<sup>[10-12]</sup>是根据应用场景的不同划分的。开放域对话系统没有限定主题或明确目标,用户和系统之间可以进行任何话题的自由对话,开发和实现难度非常大。封闭域的对话系统是面向具体任务的,具有明确的目标和限定的知识范围。基于 UNIT 技术的智能语音主要应用于封闭域的对话系统,按自身业务需求定制对话 BOT(机器人英文缩写),可以为用户解答(如:今天会下雨吗?杭州樱花什么时候盛开?),执行用户指令(如:查一下我的快递什么时候到),甚至通过一系列交互引导用户达成某项需求(如:通过注册-选座-下单完成订票)。这种面向任务的理解与交互能力,可以满足智能助手、智能家居、智能汽车、智能客服、机器人等各类产品和场景应用。

### 2.2 智能交互气象服务的实现

智能交互气象服务依托浙江省气象部门的海量数据支撑,利用 UNIT 技术理解分析用户的语义并结合用户行为分析后获取的用户意图,为用户智能提供天

气实况和预报、气象预警、出行提醒等信息<sup>[13-17]</sup>,并通过百度语音识别和转换技术,实现智能语音交互服务。

图 3 为智能交互气象服务系统的实现逻辑图。

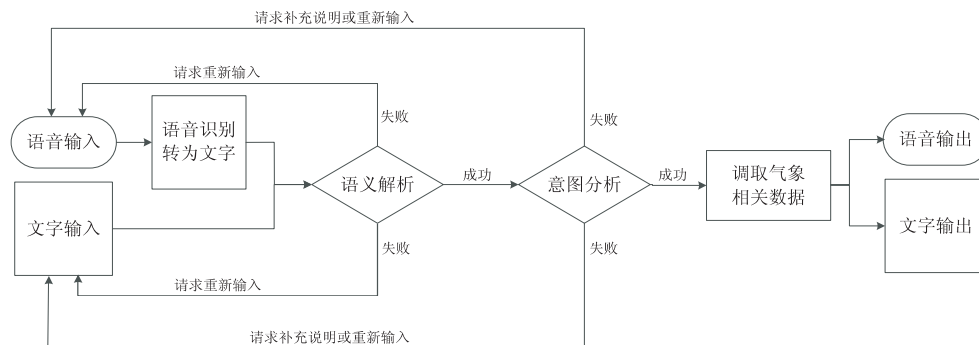


图 3 实现逻辑

首先,用户通过语音或文字输入,将需求提交至 UNIT 技术功能模块,先进行语义解析,若解析失败则返回请用户重新输入,若解析成功则进行意图分析。若意图不明确或意图无法满足,均返回请用户补充或重新输入,若意图可满足则根据需求调取气象相关数

据,最终生成文字和语音返回给用户。该逻辑的核心节点是意图分析,也是 UNIT 最关键的理解能力。在其平台上可根据实际需求进行对话 BOT 的技能定制和训练。

具体的操作流程如图 4 所示。



图 4 BOT 模型训练操作流程

第一步,新建一个自定义 BOT;第二步,定义技能,即建立一系列的对话意图的模型。比如天气预报查询,需要知道时间、地点两个基本要素,所以需要添加时间、地点两个词槽(限定条件的词汇类型),词槽

的提取已在语义解析中完成。除词槽之外,还可以添加特征词,使意图分析更加细化。结合常见天气类需求,增加一定的特征词,如表 2 所示。

表 2 天气需求意图分析

意图	意图说明	示例	词槽	特征词
BUILT_WEATHER	查天气	明天杭州天气怎么样	user_loc(地点):杭州 user_time(时间):明天	天气
BUILT_AQI	查空气质量	明天绍兴空气怎么样	user_loc(地点):绍兴 user_time(时间):明天	负氧离子、AQI、PM2.5
BUILT_CLOUDY	查是否有云	明天宁波是多云吗	user_loc(地点):宁波 user_time(时间):明天	云
BUILT_FOG	查雾	明天嘉兴有雾吗	user_loc(地点):嘉兴 user_time(时间):明天	雾
BUILT_HIGH_TEMP	查高温	明天台州热吗	user_loc(地点):台州 user_time(时间):明天	热、高温
BUILT_LOW_TEMP	查低温	明天温州冷吗	user_loc(地点):温州 user_time(时间):明天	冷、低温
BUILT_RAIN	查下雨	明天金华有雨吗	user_loc(地点):金华 user_time(时间):明天	雨、伞
BUILT_SNOW	查下雪	明天湖州有雪吗	user_loc(地点):湖州 user_time(时间):明天	雪
BUILT_SUNNY	查晴天	明天衢州有太阳吗	user_loc(地点):衢州 user_time(时间):明天	晴、太阳

填写完意图和词槽之后,标注训练数据,添加对话模板,配置触发规则,满足相应规则后触发数据调用或

相应回复。以表 2 的查天气意图为例,在对话模板中,特征词“天气”是必须的,而时间、地点用户并不一定



会表述和提供,一般情况下可以结合用户行为分析得到目标地点和时间。但特殊情况下当词槽缺失时,需要返回澄清话术,要求补充说明。

通过以上流程的设计,完成一个技能模型的搭建,最后进行 BOT 模型的训练,训练完成并生效后进行对话 BOT 的应用。语音交互气象服务系统以WebService 后台服务的形式对接前端应用,应用端只要提供用户的 ID 和语音服务信息就可以建立交互关系提供服务。

### 3 应用情况

浙江省气象服务中心基于微信和智能手机开发平台,将天气与新闻、视频和图片等多种形式相融合,开

发了微信小程序和手机 APP“天气罗盘”(见图 5(a))。以卡通人物“小诸葛”为入口,基于国内城市的天气实况和预报数据,利用基于 AI 的 UNIT 技术,开发智能语音互动服务,实现天气查询、常识解答及日常交互等丰富功能(见图 5(b)、图 5(c))。2017 年 12 月 5 日“天气罗盘”微信小程序上线,用户可通过扫描二维码或微信小程序入口搜索“天气罗盘”访问。浙江省旅游局、安监局和气象局 2018 年 7 月 27 日联合发文,要求将二维码印制在浙江省 3A 级以上景区的门票和入口处,引导游客主动接收基于位置的气象灾害预警信息。“天气罗盘”APP 也于 2019 年下半年上线。截至 2019 年 12 月 14 日,两款应用累计访问已超过 1 853 万次。



图 5 “天气罗盘”首页和智能交互界面

该文根据系统的框架设计和功能需求,分模块设计了用例测试检验,对 2019 年以来的用户对话样本数据 11 G 进行统计,分析其功能实现情况,如表 3 所示。用例数、输入、输出、描述为用例的主要选项。该文设计的语音交互和用户行为分析系统采集并存储的数据与样本数量是一致的,通过将样本数量与存储在系统中的语音交互数进行对比得到完成率。

表 3 语音交互样本测试结果

样本内容	完成率/%
用户行为采集	100
用户行为分析	100
用户语音答复	100
语音答复关联行为分析	50
分析结果展示	100

### 4 结束语

通过构建 Hadoop 平台引入 MapReduce 计算模式,依托“智慧气象”APP、“天气罗盘”小程序、“气象安全导航”APP 等浙江省气象局的服务平台和出口积累的用户行为数据,建立了基于 Hadoop 的用户行为数据分析方法,利用 UNIT 技术通过 DM Kit 建立对话管理与任务执行框架,结合用户行为分析实现智能语音交互气象服务系统。测试结果表明,所设计的基于 AI 智能语音交互气象服务能够结合用户行为分析完成气象服务的语音交互。在用户行为分析方面,由于缺乏足够的用户行为记录做分析,在语音交互的过程中未能达到 100% 的用户行为分析关联,而 50% 的行为分析关联用户中绝大部分都是关注浙江气象服务出口的忠实用户。为进一步加强应用效果,下一步可以扩大收集范围接入第三方的用户行为数据,同时不断

完善 BOT 模型的词槽开展大量的训练,改进应用功能和服务体验。

#### 参考文献:

- [1] WEIZENBAUM J. ELIZA—a computer program for the study of natural language communication between man and machine[J]. Communications of the ACM, 2018, 26(1): 23–28.
- [2] TANAKA T, NAKAJIMA K, AOYAGI T. Effect of recurrent infomax on the information processing capability of input-driven recurrent neural networks[J]. Neuroscience Research, 2020, 156: 225–233.
- [3] BASUMALLIK S, MA R, EFTEKHARNEJAD S. Packet – data anomaly detection in PMU-based state estimator using convolutional neural network[J]. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 2019, 107: 690–702.
- [4] YI J, WEN Z, TAO J, et al. CTC regularized model adaptation for improving LSTM RNN based multi-accent mandarin speech recognition[J]. Journal of Signal Processing Systems, 2018, 90(7): 985–997.
- [5] DA SILVA A M L, DE CASTRO A M. Risk assessment in probabilistic load flow via Monte Carlo simulation and cross-entropy method[J]. IEEE Transactions on Power Systems, 2019, 34(2): 1193–1202.
- [6] 杨亦松, 杨大利. 基于 Hadoop 的网络用户信用度评估模型研究[J]. 北京信息科技大学学报: 自然科学版, 2017, 32(5): 77–83.
- [7] 王 希. NUI 新发展—智能语音交互设计模式探寻[J]. 科技创新与应用, 2019(29): 35–36.
- [8] 王宏宇. Hadoop 平台在云计算中的应用[J]. 软件, 2011, 32(4): 36–38.
- [9] 高 薇, 王 勳. 基于大数据的用户行为分析研究[J]. 电子技术与软件工程, 2016(14): 194–195.
- [10] 王电轻. 基于 hadoop 的网站用户行为分析系统设计与实现[D]. 北京: 中国科学院大学, 2016.
- [11] 翟周伟. Hadoop 核心技术: Core Hadoop[M]. 北京: 机械工业出版社, 2015: 46.
- [12] 肖乃慎, 李 博, 孔德诗. 大数据背景下的电网客户用电行为分析系统设计[J]. 电子设计工程, 2016, 24(17): 61–63.
- [13] MOHAMMADI S, NOORI M, BAHRI A, et al. CAGNet: content-aware guidance for salient object detection[J]. Pattern Recognition, 2020, 21(5): 103–112.
- [14] 贾熹滨, 李 让, 胡长建, 等. 智能对话系统研究综述[J]. 北京工业大学学报, 2017, 43(9): 1344–1356.
- [15] 沈萍月, 李 建, 潘娅英, 等. 高速公路气象服务技术及应用[J]. 气象科技, 2014, 42(6): 1159–1162.
- [16] 李 建, 郑伟才, 邓 闯, 等. 基于移动互联网的浙江台风信息发布系统研发与应用[J]. 气象科技, 2017, 45(2): 254–260.
- [17] 孙玫玲, 赵 敏, 李仁禹, 等. 新老媒体融合提升公众气象服务传播能力的研究[J]. 气象研究与应用, 2016, 37(3): 123–125.