

文章编号:1671-251X(2009)05-0045-04

# 矿井通风安全语音交互管理系统关键技术的研究

孙小兰<sup>1</sup>, 马小平<sup>1</sup>, 王潜平<sup>2</sup>

(1. 中国矿业大学信电学院, 江苏 徐州 221008;

2. 中国矿业大学计算机科学与技术学院, 江苏 徐州 221116)

**摘要:**针对传统的矿井通风安全管理系统存在查询不便、报表传递与打印困难、信息实效性差、用户面容等不足,文章提出了采用语音交互技术设计基于 VoiceXML 的矿井通风安全语音交互管理系统的方案,详细介绍了系统架构、功能模块、语音交互实现的关键技术及设计注意事项。该系统可通过人的自然对话形式、不受时间和地点限制的电话方式实现对通风安全信息的查询、修改和管理,使用方便。

**关键词:**矿井; 通风安全; 管理信息系统; 语音技术; VoiceXML

**中图分类号:**TD726

**文献标识码:**B

## 0 引言

通风安全管理工作在煤矿生产中起着举足轻重的作用,其好坏直接关系到煤矿的安全和经济效益。我国煤矿的通风安全管理手段和技术水平相对落后。为了提高煤矿通风安全管理工作的水平,走科学化、现代化、信息化之路,矿井通风安全等部门开发出一些专门的通风安全管理系统<sup>[1~6]</sup>,这些软件绝大多数是基于 DOS 的操作系统或 Windows 视窗操作系统的单机版,数据、信息的输入完全依赖手动输入,数据查询完全依赖于计算机,报表的传发困难,不利于数据的及时更新和煤矿安全责任的追查。随着 Internet 和计算机网络技术的迅猛发展,各行各业的技术管理工作网络化已经发展为不可逆转的潮流,极大地提升了管理水平。语音扩展标记语言 VoiceXML (Voice eXtensible Markup Language) 是由 VoiceXML Forum 制定的通过电话、以语音方式访问 Internet 网络的标准,得到众多厂商的支持,被视为下一代呼叫中心和 Internet 语音应用基础。在此基础上,笔者开发出了基于 VoiceXML 平台的矿井通风安全语音交互管理系统。通过该系统,用户可以随时随地掌握矿井通风安全的状况。本文主要探讨矿井通风安全语音交互管理系统实现的关键技术。

## 1 系统架构

矿井通风安全语音交互管理系统由电话交换机、VoiceXML 网关、网络服务器、后台数据库以及系统调度室组成,如图 1 所示。

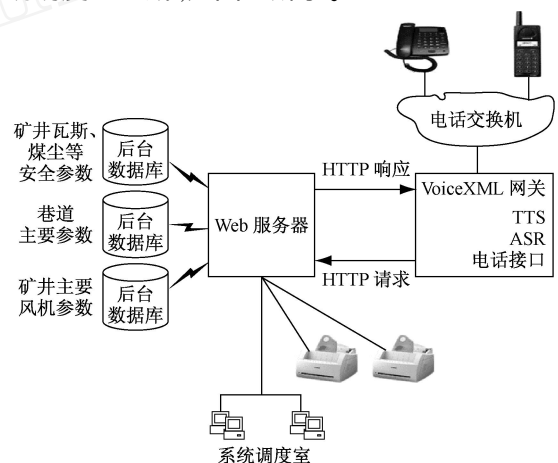


图1 矿井通风安全语音交互管理系统结构图

电话交换机是一个将用户呼入的电话与 VoiceXML 网关连接的设备,有固定电话和无线电话 2 种工作方式。VoiceXML 网关是运行 VoiceXML 程序的心脏,运行 VoiceXML 的一些必要资源都集成在 VoiceXML 网关上。当应用程序的 VoiceXML 代码和相关文件被存储在网关上后,网关必须翻译这些代码。遍历对话框并且根据要求与 ASR、TTS、DTMF 以及其它服务进行交互操作。VoiceXML 网关翻译完代码后,向 Web 服务器发送 HTTP 请求,要求连接 Web 服务器。Web 服务器接收到 HTTP 请求后,启动相应的脚本程序,然后

收稿日期:2009-02-09

**作者简介:**孙小兰(1979-),女,江苏徐州人,中国矿业大学信电学院在读博士研究生,研究方向为人工智能在煤矿安全领域的应用。  
E-mail: zfbcumt@163.com

得到结果,再以 HTTP 形式响应。当使用传统的 HTML 技术访问 Web 资源时,需要对数据库进行访问,或者要求实现动态的页面,如 ASP、JSP 等。这些服务都由 Web 服务器提供。

后台数据库用来存储采集来的参数。矿井通风系统主要由通风网络、通风动力和通风设施组成,对通风网络进行图论处理后,可以将网络分为若干个节点和若干个分支。因此,矿井通风系统的数据主要由节点、分支、通风机等组成。考虑到巷道的图形定位和火灾模拟功能,煤矿通风安全数据库共包括 7 个数据表,即节点参数表、巷道输入参数表、巷道特性参数表、通风机主要参数表、通风机特性参数表、巷道坐标表和火灾模拟结果表。每个数据表包括若干个字段。这些数据表采用 Microsoft Access 存储。

## 2 系统主要功能模块

整个系统主要实现 3 个方面的功能:接入方式的选择、身份验证和通风安全语音管理系统。

### 2.1 接入方式的选择

接入界面是系统与用户的一个接口。在本系统中,采用语音交互和 Web 交互的 2 种接入界面。不管用户以 Web 方式接入或语音方式接入,系统都由接入控制模块对此进行管理。

语音接入是指用户通过无线电话或者 PSTN 电话拨打系统的号码,与系统建立起连接后,系统得到用户的主叫号码。因为该系统是煤矿的信息管理系统,所以都要求用户输入自己的识别码。若用户是被授权的,则能使用信息管理系统来查询服务或者使用其它的服务。

Web 接入是指用户在图形浏览器上输入煤矿通风管理系统的网址,这样就可以 Web 方式访问该系统。

### 2.2 身份验证

考虑到煤矿通风安全语音交互管理系统的重要性,故需要在系统中增加身份验证的模块。下面就 2 种接入方式的身份验证进行介绍。

Web 方式下,系统主要从 Web 层来考虑,在这里采用了比较常用的窗体身份验证。窗体身份验证即是当用户请求一个安全页面时,系统要对其进行判断,如果该用户已经登录系统并尚未超时,系统将返回该主菜单选择页面给请求用户;反之如该用户尚未登录,系统就重新定向到登录页面。

语音接入方式下,系统采用说话人确认的方式

来实现语音接入的身份验证。与指纹一样,世界上没有 2 个人的声音是完全相同的。声纹识别技术是生物识别技术的一种,它是根据语音波形中反映说话人生理和行为特征的语音参数,自动识别说话人身份的技术。本系统中,一进入语音接入的身份验证界面,系统要求用户说出用户名和密码,与此同时,录下该用户的声音,并转换成特征参数。首先根据用户名和密码,把他们与预先存在数据库的用户名和密码相比较,如存在该用户并密码正确,进一步分析该用户的特征参数。在数据库里查找该用户事先存储的声音特征参数,并计算两者之间的相似概率,如高于预先设定的阈值,则接受该用户,如低于预先设定的阈值,则拒绝该用户。

### 2.3 通风安全语音管理系统

矿井通风安全管理中有许多报表需向上级管理部门汇报。在实际中,用户可能需要在任何地方都想要了解煤矿的通风安全参数。以往的数据查询,都需要通过互联网,而且必须要有电脑才能够管理这些通风安全参数。这种方法不够方便。本文介绍的煤矿通风安全语音管理系统可通过手机或者电话,随时随地对矿井的通风安全参数进行查询、修改、报表打印等,极大地方便了煤矿管理人员对矿井通风安全信息的了解,有利于处理煤矿的异常信息,并减少事故的发生率。通风安全语音管理系统的功能:信息查询、信息添加、信息修改、信息删除、报表打印、报表传递等。

## 3 系统实现的关键技术

整个系统实现过程主要运用了语音技术、网络技术、数据库技术和 JAVA、JSP、VoiceXML 等语言。实现过程中的关键技术包括语音接口设计、数据库的连接和动态语法的生成等技术。

本文采用 IBM 的 Websphere5.1.2 和 IBM VoiceSD K5.1 模拟环境。模拟器的运行需要有 1 个高质量的麦克风和扬声器或者是头戴耳机。一般来说,头戴耳机非常适用于语音识别,而具备某种消除噪声功能的麦克风也很适用于语音识别。采用的操作系统为 Windows 2000,网络服务器为 Apach Web Server,数据库为 MS Access 2000。

### 3.1 语音接口设计

语音接口 (Voice User Interface, VUI) 是系统和用户的界面,是矿井通风安全语音交互管理系统成败的关键。针对系统的实际使用要求,语音接口设计遵循以下原则:

#### (1) 尽可能降低对用户记忆和识别过程的要求

尽可能不要求用户进行记忆和识别。由于下面几个方面的原因, VoiceXML 应用程序的运行环境可能是非常“嘈杂”的:

手机和通信系统产生的噪声;

为了吸引用户的注意力;

复杂的任务工作流程。

这些噪声源对用户的记忆和识别能力提出了更高的要求。如果忽略了该原则, 在通常的使用条件下, 由于难以使用应用程序, 所以用户就不会使用。考虑到该系统的使用场合一般都是在煤矿现场, 环境一般都会很嘈杂, 所以在设计语音接口时, 就充分考虑了该原则。设计时采用了明确的提示信息, 提示用户给出正确的答案。对无法识别的有效输入, 形成出错的条件。一般用户所提交的答案, 都经过系统反馈给用户确认。

#### (2) 保持简单而自然的对话框

应用程序对话框应当尽可能地简单, 但使用上要做到便于用户理解, 包括帮助他们了解什么时候轮到他们说话, 让用户始终都知道他们处在什么位置以及他们在应用程序中做什么。进行对话框的设计时, 非约束型的应用程序有利也有弊。实际上, 有时候你使用的可能是规模有限的语法和不完善的语音功能, 所以对话框和提示的设计很重要。

#### (3) 提供清楚的导航和快捷操作方式

由于信息量大的原因, VoiceXML 应用程序的用户很容易迷失程序的位置。为此, 必须设计一些导航系统, 使用户能够更加容易记住他们的位置, 并且通过应用程序找到他们解决问题的方法。用户通常分为 2 类: 一类是新手, 对如何使用应用程序不是很熟悉, 对这类用户需要提供更多的导航和提示信息, 以便能帮助他们快速地找到所需的信息。另一类是专家, 对如何使用应用程序已很熟悉, 对这类用户并不需要提供更多的导航和提示信息, 而是要最大程度地减少系统对用户的响应时间。如何同时满足这 2 类用户的需求, 对导航设计就提出了很高的要求。

#### (4) 提供一致的反馈信息和便于使用的错误处理工具

提供用户反馈信息时通常可以接受的指导原则: 在用户输入信息后作出反馈——通过转到下一个模块或传递错误恢复消息。在 1~3 s 提供反馈消息。对超时做出反馈——在 3~8 s 后提供反馈。

在选择主菜单上有:

系统: 欢迎来到煤矿通风语音查询系统, 您可以选择查询“火灾模拟结果”、“节点参数”、“通风机特性参数”、“通风机主要参数”、“巷道输入参数”、“巷道特性参数”、“巷道坐标”之一。

> 查询火灾模拟结果, 请说“火灾模拟结果”或按“1”。

> 查询节点参数, 请说“节点参数”或按“2”。

> 查询通风机特性参数, 请说“通风机特性参数”或按“3”。

> 查询通风机主要参数, 请说“通风机主要参数”或按“4”。

> 查询巷道输入参数, 请说“巷道输入参数”或按“5”。

> 查询巷道特性参数, 请说“巷道特性参数”或按“6”。

> 查询巷道坐标, 请说“巷道坐标”或按“7”。

用户: .....

系统: 我不明白你输入的信息, 请你重新选择。

用户: .....

系统: 请输入你所需查询的信息, 您可以选择查询“火灾模拟结果”、“节点参数”、“通风机特性参数”、“通风机主要参数”、“巷道输入参数”、“巷道特性参数”、“巷道坐标”之一。

用户: 巷道坐标。

系统: 进入巷道坐标(转到巷道坐标相应的处理程序)。

在这里, 第一次系统提示用户输入信息, 用户没有应答。于是系统提示用户再进行选择。第二次用户还是没有应答。系统又一次提示用户进行输入。这次用户输入巷道坐标后, 系统转入相应的处理程序。

对有效输入的反馈信息可以加以扩充, 以便包含已经进入的模块的名字。例如, 如果用户提供的有效输入是“巷道坐标”, 那么当应用程序进入该模块时, 它就会说出这个进入巷道坐标“词汇”。

#### (5) 对选择的语音和声音的个性进行评估

选择恰当的声音和声音的个性对于语音接口的设计来说是一个很重要的环节。挑选一种大多数目标用户都能接受的录制通告的声音。该系统选用了女性的声音作为录制的通告声音, 选择尽可能接近录制通告声音的一种 TTS 声音。

### 3.2 数据库的连接

在系统的实现过程中, 访问数据库的次数非常

频繁,而怎样通过 JSP 来实现与数据库的连接也是  
在实现过程中碰到的一个比较棘手的问题。下面是一  
段 JSP 连接 MS Access 2000 数据库的代码。

```
<!-- 导入一些 java 模块 -->
<% @page
import = "java.io. * "
import = "java.lang. * "
import = "java.sql. * "
%>
<!-- 数据库连接 -->
<%
String place;
Connection dbconn;
ResultSet results;
Statement sql;
Try
{
Class.forName("sun.jdbc.odbc.JdbcOdbcDriver");
String database = "jdbc:odbc:Driver = { Microsoft Access
Driver ( *.mdb) };DBQ= C:/ 123. mdb";
DriverID = 22;READONLY = true";
Try
{
int name;
boolean doneheading = false;
dbconn = DriverManager. getConnection( database ,"" ,"" );
sql = dbconn. Statement( " SELECT * FROM adff WHERE
xd = ' " + submitname + " ' " );
results = sql. executeQuery();
while(results. next())
{
GetString(1) // 第一个字段名
GetString(2) // 第二个字段名
.....
}
}
}
```

### 3.3 动态语法的生成

在系统的实现过程中,遇到的难题是数据库里的  
的值是不断变化的,用户可以删除某个巷道名称,也  
可以添加某个巷道名称,因此,笔者采用动态语法。  
需要使用语法时,从数据库里的某个字段抽取取出全

部的属性值,依次写入语法文件。这样即可保证语  
法的正确性。

生成动态语法的具体步骤:

- (1) 连接 MS Access 数据库;
- (2) 生成一个内联或外部的语法文件;
- (3) 用 JSP 从数据库里取出相应字段的属性  
值;
- (4) 将这些值依次写入语法文件;
- (5) 生成动态语法文件。

## 4 结语

本文介绍的基于 VoiceXML 的矿井通风安全  
语音交互管理系统,解决了传统的煤矿通风系统查  
询不便、报表打印困难等问题,运用语音技术、网络  
技术、数据库技术、Java、JSP、VoiceXML 等语言,实  
现了基于 VoiceXML 的煤矿通风安全语音交互管  
理。通过该系统,煤矿企业相关管理人员可以不受  
地点、时间的限制,通过电话方便地管理通风安全工  
作。由于通过人的自然对话形式实现查询、修改信  
息功能,使用方便,增强了煤矿通风安全信息的广播  
性与实效性。

### 参考文献:

- [1] 袁 梅. 煤矿通风安全管理信息系统 (MVS · MIS) 的  
开发与设计[J]. 煤, 2000, 9(1): 35 ~ 37.
- [2] 龚建才. 煤矿通风安全管理信息系统[J]. 煤矿自动化,  
1998(2): 16 ~ 18.
- [3] 杨 娟, 王耀青. 矿井通风计算机动态管理系统的研究  
及实现[J]. 工业安全与防尘, 2001, 27(2): 5 ~ 7.
- [4] 周 平. 通风安全信息可视化管理系统研究[D].  
徐州: 中国矿业大学能源科学与工程学院, 2003.
- [5] 周 平, 王德明, 周福宝. 矿井通风管理系统的可视化  
设计与应用[J]. 煤矿安全, 2003, 34(5): 18 ~ 20.
- [6] 王德明, 周福宝. 基于 Windows 的矿井通风网络解算  
软件的研制[J]. 中国矿业大学学报, 2000, 29(1):  
41 ~ 44.

## 矿用救灾机器人技术研讨会在河北唐山召开

2009 年 4 月 26 日, 国家安全生产应急救援指挥中心技术装备部和国家矿用产品安全标志中心在河北  
唐山共同组织召开了唐山开诚电控设备集团有限公司矿用救灾机器人技术研讨会, 来自中国矿业大学、煤炭  
科学研究总院常州自动化研究院等 10 个单位的代表参加了技术研讨。会议对矿用救灾机器人的功能定位、  
性能要求及其技术指标等相关技术问题进行了研讨, 为规范和促进矿用救灾机器人的研究、开发和成果转  
化, 提高矿山应急救援装备水平起到了里程碑式的推动作用。

(郭 军)