

# 一种具有语音交互功能的停车诱导系统设计

齐保良, 王旭, 蒲玉璞, 孙悦

(山东建筑大学 信息与电气工程学院, 济南 250101)

**关键词:** 基于百度地图、讯飞语音, 设计了一种具有语言交互功能、自动优化推荐停车场的停车诱导系统; 该系统根据实时路况、目的地周围停车场空闲车位等信息, 推荐停车场、优化行驶路线、采用语音交互技术诱导用户进场停车; 车辆行驶过程中不断刷新数据, 前方道路出现拥堵时, 及时用语音提醒用户; 针对用户的不同需求, 调整优化权重, 给出个性化推荐; 该系统的应用既能提高停车场的资源利用率, 又能提高经济和社会效益。

**关键词:** 停车诱导系统; 百度地图; 语音交互

## Design of Parking Guidance Information System with Voice Interactive Function

Qi Baoliang, Wang Xu, Lin Yupu, Sun Yue

(School of Information and Electrical Engineering, Shandong Jianzhu University, Jinan 250101, China)

**Abstract:** Based on Baidu map and iFlytek, this paper designed a parking guidance information system with functions of language interaction and automatic optimization of recommended parking lots. The system recommends parking lots, optimizes driving routes, and induces users to enter and parking using voice interactive technology according to real-time traffic conditions and parking space around the destination. The data is constantly refreshed during the driving process of the vehicle, and the users are timely reminded by voice when there is congestion on the road ahead. According to the different demands of users, this system optimizes the weight and gives personalized recommendations to customer. The application of this system can not only improve the utilization rate of parking resources, but also improve economic and social benefits.

**Keywords:** parking guidance information system; Baidu Map; voice interaction

## 0 引言

汽车数量的不断攀升, 停车资源日益短缺, 寻找停车场成为驾车出行的头等难题<sup>[1-3]</sup>。作为智能交通的重要组成部分, 停车诱导系统使得停车变得更加高效、便捷<sup>[4]</sup>。随着 LBS<sup>[5]</sup>、MQTT 协议<sup>[6]</sup>等技术不断应用到停车诱导系统中, 用户可实时通过手机软件查看目的地附近的停车场信息。但是, 目前的停车诱导系统仍存在问题: 首先, 其实时性较差, 不能根据路况和场内空闲车位的变化适时诱导停车; 其次, 触摸式操作, 增加了驾驶风险。本文主要工作在以下两个方面: 1) 实时获取道路信息以及停车场剩余车位信息, 避免拥堵路段; 2) 增加语言交互功能, 以减少驾驶风险。

## 1 系统结构及原理

停车诱导系统由中心控制系统、智能终端两部分组成, 如图 1 所示。

中心控制系统包括中心服务器、请求管理中心与停车场管理中心三部分。通过与百度地图服务器通信获取道路信息, 与停车场服务器通信获取场内空闲车位信息, 与智能终端通信, 接收客户端的请求, 并返回请求处理结果。

智能终端为智能手机, 用户通过智能终端向服务器发

送诱导请求, 获取诱导结果。在诱导过程中, 若产生目的地的变更, 用户无需操作手机, 通过语音交互功能即可选择最佳停车方案。

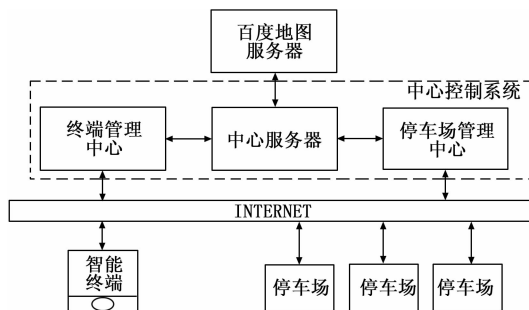


图 1 停车诱导系统结构

## 2 停车诱导模型

停车场推荐模型如图 2 所示。根据用户提供的起始位置和目的地位置, 将距离目的地 500 米以内的 M 个停车场首先根据空余车位进行筛选, 筛选后的停车场综合考虑停车场至目的地的步行距离、驾驶距离、驾驶时间、行驶路况、停车费用等因素, 根据不同的优化目标向用户推荐不同的停车场停车诱导方案。

### 2.1 百度地图信息的获取

#### 2.1.1 准备工作

百度地图是国内主要的地图服务提供商, 提供了 Web 开发和移动开发等开发 SDK<sup>[7-8]</sup>。对百度地图进行开发, 需

收稿日期: 2018-11-07; 修回日期: 2018-11-27。

作者简介: 齐保良(1963-), 男, 山东济南人, 硕士生导师, 教授, 主要从事智能环境与网络化控方向的研究。

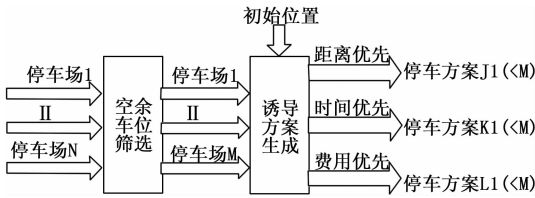


图 2 停车诱导模型

要先下载百度地图

Android 软件开发包和申请百度地图密钥。软件开发包中的 baidumapapi.jar 和 libBMapApiEngine\_v1\_3\_2.so 文件为百度地图应用开发的支撑。准备工作完成后,即可对地图进行显示 (MapView)、控制 (MapController)、增添层叠信息 (OverLay) 等操作。

### 2.1.2 诱导信息获取

中心服务器获取到用户提供的起始位置后,使用 getPoint (address: String, callback: Function, city: String) 方法向百度地图发送起始点位置以验证起始位置是否存在;若存在,百度地图则以地址所在的坐标点 Point 为参数调用回调函数;中心控制系统收到百度地图服务器发回的回调函数后,再以 PoiNearbySearchOption keyword (java.lang. String key) 等方法向百度地图获取目的地附近的停车场;百度地图识别目的地位置,以 Array<LocalResultPoi> 数据向服务器返回目的地附近 500 米以内的停车场;中心控制系统通过 DrivingRoute. getResults () 方法获得开始位置至停车场的线路,并且通过 plan. getRoute () 方法获取方案中的关键步骤,其中包含线路中所经过的道路以及行驶方向;中心控制系统识别线路中的道路之后,向百度地图服务器发送 http://api.map.baidu.com/traffic/v1/road? road\_name=道路名称 &city=城市名称 &ak=用户 AK //GET 请求以获取道路的实时路况信息;百度地图服务器收到请求后向中心控制系统返回 road\_traffic 参数,参数中包含 int 类型的 status 参数,以数字形式表示拥堵状况。中心服务器通过从百度地图获取的数据可以生成停车诱导方案。程序流程图如图 3 所示。

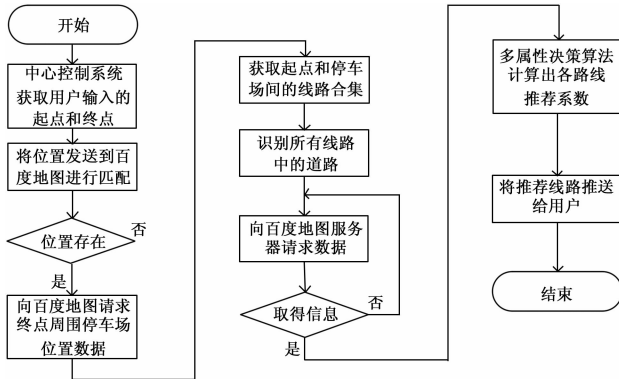


图 3 道路信息获取流程图

### 2.1.3 交通拥堵时的信息获取

在诱导过程中,中心控制系统不断通过 http://api.map.

baidu.com/traffic/v1/road? road\_name=道路名称 &city=城市名称 &ak=用户 AK //GET 请求语句获取道路的实时路况信息,实时的 status 参数与与存储的 status 参数进行对比,从而判断拥堵状况是否升级。若产生拥堵升级状况,则系统重新进行规划路线,具体步骤如 3.1.2 所示。

### 2.2 停车诱导算法

本文的停车诱导过程如下:系统获取到用户提交的目的地信息后,通过多属性决策算法,从目标停车场集合中根据不同优化目标选择出最佳方案并推荐给用户。停车场推荐算法根据不同的优化目标选择多种推荐方式:时间最优、距离最优以及费用最优。用户根据自己的需求选择需要的方式。每种方式所考虑的因素是相同的,不同之处在于各因素的权重系数。

考虑的客观因素有:用户位置距停车场位置的距离、停车场位置距目的地位置的距离、从用户位置到停车场的道路状况、停车场费用和剩余停车位。相关定义如下:

1) 用户位置距停车场位置的驾驶距离,记为 D。用户需将自己的请求 (包含位置信息) 发送至服务器,服务器通过调用百度地图 API 接口,获取停车场与目的地之间的距离,并用距离表示该值。

2) 停车场位置距目的地位置的步行距离,记为 L。用户将车停至停车场后需步行至目的地。步行距离与用户选择停车产的可能性密切相关,步行距离越小,则选择该停车场的可能性越大。

3) 停车场剩余车位数 C。此数据为停车场实时数据,通过停车场服务器链接获取。

4) 驾车至停车场行驶时间 T。该值受当前位置与目标停车场之间的距离和道路交通状况影响,可以通过调用百度地图 API 接口,直接获取当前位置到达目的地之间的行驶时间。

5) 停车场费用,记为 F。不同停车场收费标准不尽相同。本文对各个停车场的收费标准录入管理中心,在最优停车场模型中根据用户提交的预计停车时间计算出数值并将数值赋值给 F。

6) 道路状况,记为 S。道路在不同时间段的道路状况不尽相同,该数据通过百度地图接口进行获取,通过设定阈值将交通状况分为通畅、缓行、拥堵以及严重拥堵四个级别,不同级别对应不同数值且递增。本文将通畅的拥堵系数赋值为 1,缓行的拥堵系数赋值为 2,拥堵的拥堵系数赋值为 3,严重拥堵的拥堵系数赋值为 4。在进行最优停车场推算时,系统以路口为节点,获取节点间的道路状况,用各路段的距离与其相应的拥堵系数就除以线路总距离,求得的值赋值给 S,如式 (1) 所示:

$$S_{ij} = \frac{l_1 * \rho_1 + l_2 * \rho_2 + l_3 * \rho_3 + l_4 * \rho_4}{l} \quad (1)$$

式 (1) 中, S<sub>ij</sub> 为第 i 个停车场的第 j 个方案, l<sub>1</sub>、l<sub>2</sub>、l<sub>3</sub>、l<sub>4</sub> 分别为通畅路段距离、缓行路段距离、拥堵路段距离以及严重拥堵路段距离, ρ<sub>1</sub>、ρ<sub>2</sub>、ρ<sub>3</sub>、ρ<sub>4</sub> 分别为通常、缓行、

拥堵以及严重拥堵四种状况下的拥堵系数,  $l$  为该方案的路线总长度。

通过分析用户在实际生活中选择停车场的倾向性不难发现: 停车场与用户当前位置相隔距离越小的优先级越高; 停车场内剩余车位越多的, 用户前往停车的优先级越高; 停车场每小时停车费用越低, 优先级越高; 道路交通状况越好 (取值越小) 优先级越高; 驾驶时间越短优先级越高。

多属性决策算法具体如下:

1) 选取  $G = \{D, L, C, T, F, S\}$  为决策方案集,

$$P = \{p_{11}, p_{12} \dots p_{1r}, p_{21}, p_{22} \dots p_{2q}, \dots, p_{m1} \dots p_{my}\}$$

为符合要求停车场的路线集合,  $p_{ij}$  为第  $i$  个停车场的第  $j$  个方案。记  $v$  为所有方案的数量。建立决策矩阵  $A_{v \times 6}$ ;

2) 将决策矩阵  $A_{v \times 6}$  中的数据进行无量纲化处理, 得到标准矩阵  $Z = (z_{ij})_{v \times 6}$

3) 针对不同优化目标, 构建指标权重向量  $W = [\omega_d, \omega_c, \omega_t, \omega_f, \omega_s]^T$ ;

4) 构建加权规范化决策矩阵  $C = Z * W$ ;

5) 计算停车场综合属性  $T_i(\omega) = \sum Z * W$ ;

本文先通过用户提交的目的地位置附近停车场的参数 (量纲不一致) 进行标准化处理后, 再进行推算分析, 即可得最优停车场推算公式如式 (2) 所示:

$$T_{D\text{停车场}} = \omega_d \frac{D - D_{\min}}{D_{\max} - D_{\min}} + \omega_l \frac{L - L_{\min}}{L_{\max} - L_{\min}} + \omega_c \frac{C - C_{\min}}{C_{\max} - C_{\min}} + \omega_t \frac{T - T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}} + \omega_f \frac{F - F_{\min}}{F_{\max} - F_{\min}} + \omega_s \frac{S - S_{\min}}{S_{\max} - S_{\min}} \quad (2)$$

其中:  $\omega$  为因素权重系数, 按照因素在最优推算时重要性来确定且  $\omega > 0$ ,  $D_{\max}$ 、 $D_{\min}$  为用户位置距停车场位置的最大、最小驾驶距离;  $L_{\max}$ 、 $L_{\min}$  为停车场位置距目的地位置的最大、最小步行距离;  $C_{\max}$ 、 $C_{\min}$  为停车场实时剩余车辆最多、最少的赋值;  $T_{\max}$ 、 $T_{\min}$  为当前位置到目标停车场的需要的最大、最小时间;  $S_{\max}$ 、 $S_{\min}$  为道路实时路况的最大值、最小值。通过式 (1) 的推算, 可以得到某一用户到达各停车场的评估值  $T$  停车场编号值越小, 停车场被选择优先级越高。

### 2.3 停车场实时诱导算法示例

中心控制系统中使用 setRealRoadCondition (Boolean open) 方法开启实时路况, 通过百度地图可以获取分钟级的实时路况信息。

以图 4 为例进行说明。起始位置如图所示, 用户输入目的地后, 得到 3 个目的地附近的停车场 P1、P2、P3。

1) 通过百度地图, 获得起始位置到 3 个停车场 (P1、P2、P3) 的备选行驶线路, 并且获得每条道路的实时数据 (道路长度及实时路况等信息), 再通过多属性决策算法, 得到目标停车场 P1 及其行驶线路: 起始 - A1 - A8 - A9 - P1。如图 5 所示。

2) 在汽车行驶至 A1 - A8 路段的 X 位置时, 通过百度地图获取到 A8 - A9 路段出现道路拥堵状况升级的情况

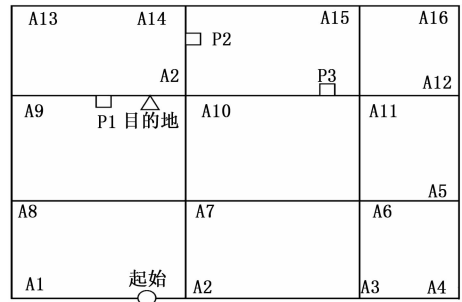


图 4 诱导过程示例—初始位置

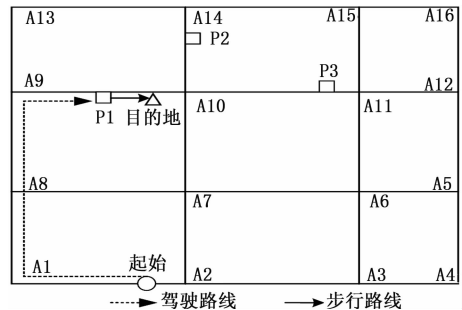


图 5 诱导过程示例—初始规划

(道路状况由良好变为拥堵), 此时系统获取实时的道路交通数据进行新的停车场及各种可能路线的筛选, 对于实时位置 X 而言, 去往各个停车场的路线如图 6 所示。

- X-P1: 线路① X - A8 - A9 - P1
- 线路② X - A8 - A7 - A10 - A9 - P1
- X-P2: 线路① X - A8 - A7 - A10 - P2
- 线路② X - A1 - A2 - A7 - A10 - P2
- 线路③ X - A8 - A9 - A13 - A14 - A10 - P2
- X-P3: 线路① X - A8 - A7 - A10 - A11 - P3
- 线路② X - A8 - A7 - A6 - A11 - P3
- 线路③ X - A8 - A9 - A13 - A14 - A15 - A11 - P3

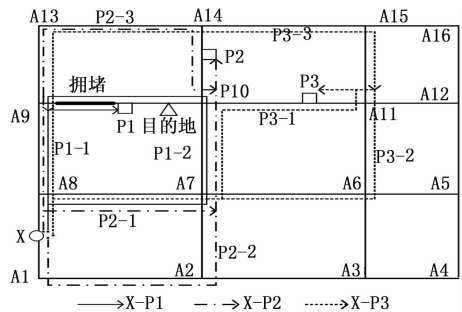


图 6 诱导过程示例—实时方案

根据实时路况数据、驾驶距离、步行距离、停车场空余车位综合考虑可得, 此时的推荐选择为 X-P2 的线路①, 如图 7 所示。

3) 将新得出的推荐结果通过语音合成播报给用户, 利用语音识别技术获取用户的更换意愿。若愿意更换, 则将用户按照前往停车场 P2 线路①诱导方案进行诱导; 若用户无操作, 则基于按照之前方案进行。

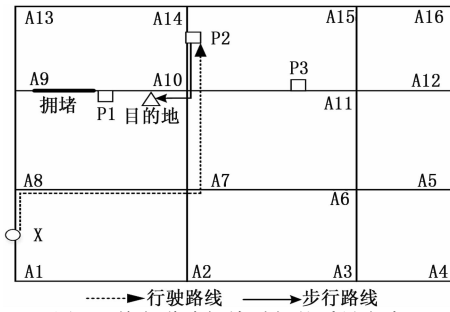


图 7 前方道路拥堵时新的诱导方案

### 2.4 多属性决策算法示例

以济南市某广场为例，系统通过百度地图 API 提供的搜索接口，搜索半径 500 米以内的停车场，获取停车场合集  $P \{p_1, p_2, p_3, p_4\}$ 。

候选停车场指标如表 1 所示。

表 3 传感器主要技术指标

| 诱导方案     | 驾驶距离 | 步行距离 | 驾驶时间 | 费用 | 空余车位 | 道路状况 |
|----------|------|------|------|----|------|------|
| $p_{11}$ | 6.9  | 123  | 19   | 6  | 78   | 1.21 |
| $p_{12}$ | 9    | 123  | 21   | 6  | 78   | 1.12 |
| $p_{13}$ | 9.1  | 123  | 23   | 6  | 78   | 1.24 |
| $p_{21}$ | 7.4  | 256  | 20   | 6  | 70   | 1.16 |
| $p_{22}$ | 9.3  | 256  | 22   | 6  | 70   | 1.08 |
| $p_{31}$ | 6.8  | 483  | 18   | 6  | 97   | 1.12 |
| $p_{32}$ | 8.0  | 483  | 21   | 6  | 97   | 1.06 |
| $p_{41}$ | 7.5  | 470  | 18   | 6  | 18   | 1.12 |
| $p_{42}$ | 9.8  | 470  | 21   | 6  | 18   | 1.05 |

1) 有表中数据建立决策矩阵  $A$ ：

$$A = (a_{i,j})_{9 \times 6} = \begin{bmatrix} 6.9 & 123 & 15 & 6 & 170 & 1.21 \\ 9 & 123 & 18 & 6 & 170 & 1.12 \\ 9.1 & 123 & 19 & 6 & 170 & 1.24 \\ 7.4 & 256 & 17 & 6 & 330 & 1.16 \\ 9.3 & 256 & 20 & 6 & 330 & 1.08 \\ 6.8 & 483 & 15 & 6 & 275 & 1.12 \\ 9.8 & 483 & 18 & 6 & 275 & 1.06 \\ 7.5 & 470 & 18 & 6 & 40 & 1.12 \\ 9.8 & 470 & 21 & 6 & 40 & 1.02 \end{bmatrix}$$

2) 将矩阵  $A$  中的数据进行 0-1 标准化处理，得到矩阵  $Z$ ：

$$Z = (z_{i,j})_{9 \times 6} = \begin{bmatrix} 0.03 & 0 & 0 & 1 & 0.49 & 0.86 \\ 0.73 & 0 & 0.5 & 1 & 0.49 & 0.45 \\ 0.77 & 0 & 0.67 & 1 & 0.49 & 1 \\ 0.2 & 0.37 & 0.33 & 1 & 1 & 0.64 \\ 0.83 & 0.37 & 0.83 & 1 & 1 & 0.27 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0.81 & 0.45 \\ 1 & 1 & 0.5 & 1 & 0.81 & 0.18 \\ 0.23 & 0.96 & 0.5 & 1 & 0 & 0.45 \\ 1 & 0.96 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

3) 以时间因素为主要考量对象，评价指标参数权重中驾驶时间权重取 0.3，路况权重取 0.25，步行距离权重取 0.2，驾驶距离权重取 0.15，剩余车位权重取 0.05，费用权重取 0.05。此时计算出各停车场的综合诱导指数如表 2 所示。

此时计算结果表明，当以时间因素为主要考量对象时， $p_{11}$  的综合诱导指数为最优，可作为首选停车场向用户推荐。这说明当用户对评价指标赋予不同权重，即用户所关心的影响因素发生变化时，推荐模型会根据权重指标的变化推荐不同的结果，并向用户推荐停车诱导方案。

表 2 各停车方案诱导指数

| 方案编号 | $P_{11}$ | $P_{12}$ | $P_{13}$ | $P_{21}$ | $P_{22}$ | $P_{31}$ | $P_{32}$ | $P_{41}$ | $P_{42}$ |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 诱导指数 | 0.294    | 0.447    | 0.592    | 0.463    | 0.615    | 0.403    | 0.636    | 0.539    | 0.692    |

### 2.5 结果与分析

本文通过一下三个指标进行有效性的评价。

1) 平均驾驶距离。此指标为所有方案的驾驶距离总和与停车场数目的比值，表示驾车用户从当前位置到达目标停车场的平时驾驶距离。

2) 平均驾驶时间。此指标为所有方案的驾驶时间总和与停车场数目的比值，表示驾车用户从当前位置到达目标停车场所需的平均驾驶时间。

3) 平均步行距离。此指标为所有方案的步行距离总和与停车场数目的比值，表示从停车场位置到目的地位置的平均步行距离。

由表 3 可以看出，此次停车行为中，平均驾驶距离为 8.2 km、步行距离为 309.6 m、驾驶时间为 20.3 min，而方案（即 3.4 节中得到的最终诱导方案）驾驶距离为 6.9 km、步行距离为 123 m、驾驶时间为 19 min，均优于平均数值。结果表明，该推荐可以帮助驾车用户减少驾驶距离，节省停车时间，减少步行距离。

表 3 诱导结果对比

| 诱导方案     | 驾驶距离 | 步行距离  | 驾驶时间 |
|----------|------|-------|------|
| $p_{11}$ | 6.9  | 123   | 19   |
| 平均值      | 8.2  | 309.6 | 20.3 |

## 3 语音交互系统

基于语音技术的智能停车诱导系统，可作为现有停车诱导系统的补充，实现系统的个性化及增值服务<sup>[9-10]</sup>。语音交互系统可分为语音识别和语音合成两部分。语音识别是使设备识别语音信息以完成信息输入；语音合成是使设备通过语音的方式完成信息输出。为防止驾驶员在驾驶过程中因操纵手机选择道路而产生的驾驶风险，本文中在智能终端模块中加入语音模块。

### 3.1 加入语音交互系统的原因

选择加入语音交互模块的原因有以下几点：

1) 在诱导过程中可能在已规划的道路上出现交通事故等意外状况产生交通拥堵。针对此种情况, 系统会重新规划路线以获得实时最佳方案。若推荐方案发生变化, 则需要通知用户并阐明原因, 便于用户自行选择。使用语音方式提醒用户, 更加有效、更加安全

2) 是否使用新的诱导方案, 需要用户的许可。智能终端在发出更改询问后, 获取用户的声音, 再判断是否使用新的方案。相比较传统的接触时选择, 这种方法更加安全、便捷、智能。

### 3.2 语音模块功能

语音模块是本系统的智能终端的主要功能之一, 此模块核心功能是语音识别、语音合成。

#### 3.2.1 语音合成

语音合成的目的是把存储的信息通过语音的方式表达出来, 人们能够识别接收语音信息。语音合成应用在播报诱导信息以及询问用户意愿 (主要指在产生诱导信息变更时询问用户是否进行更改) 等方面。本功能基于科大讯飞 SDK, 将需要播报的文字内容转换成语音内容, 再将语音拼接到一起播放出来。移动端语音合成流程如图 8 所示。

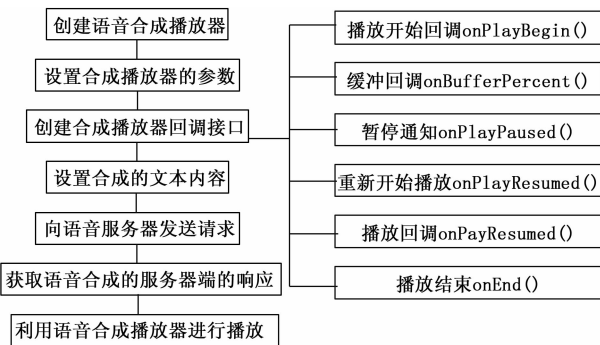


图 8 移动端语音合成流程图

如图 8 所示, 移动端合成流程为: 1) 调用 SynthesizerPlayer 类的静态方法 createSynthesizerPlayer () 创建语音合成播放器; 2) 设置合成语速 player.setSpeed (80) 以及设置合成音量 player.setVolume (70); 3) 创建语音合成控件回调接口; 4) 调用 SynthesizerPlayer 对象的 playText () 方法来播放文本。

#### 3.2.2 语音识别

语音识别是将语音信息经过处理转变为计算机可以识别的输入。用户发出指令, 系统对用户的语音指令进行压缩处理, 然后将其发送到云端服务器, 服务器利用已经训练好的语音集合对接收的语音数据进行匹配, 匹配成功之后返回匹配好的文本信息给系统, 系统再根据文本信息与已有功能进行匹配, 成功则调用有关功能, 同时手机数据库将记录此次调用的相关信息, 方便以后为用户提供定制化功能做基础, 否则将提示用户“出现错误”。具体流程如图 9 所示。

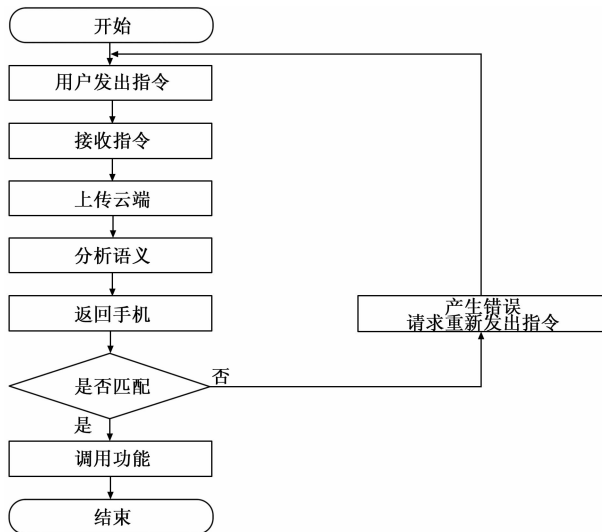


图 9 语音识别流程图

多属性决策停车场诱导系统。系统通过算法分析为车辆推荐停车场, 并使用语音交互技术对车辆进行诱导, 通过百度地图实时获取道路数据, 依据实际情况进行重新分析; 若产生新的诱导方案, 则先询问用户是否更改方案, 用户可以通过语音回馈, 若获得用户同意, 则按照新的方案进行诱导。本系统能有效地解决驾驶员停车难等问题, 节省用户时间, 提高资源利用率, 有利于停车场智能化管理水平的提高。

### 参考文献:

- [1] 黄震, 薛文科. 基于 Android 的停车诱导信息系统的设计与实现 [J]. 现代计算机, 2013 (16): 58-63.
- [2] 黎冬平, 陈峻, 晏克非. 城市停车诱导信息板显示优化的双层目标模型 [J]. 同济大学学报 (自然科学版), 2009, 37 (2): 203-206.
- [3] Benhassine S, Mraih T, Mraih R. Optimize the occupation of parking lots by a network of multi-agents system [A]. International Conference on Advanced Logistics and Transport [C]. IEEE, 2015: 333-338.
- [4] Fu J, Chen Z, Sun R, et al. Reservation based optimal parking lot recommendation model in Internet of Vehicle environment [J]. China Communications, 2014, 11 (10): 38-48.
- [5] 郭涛, 杨涛. 基于 GA 的公共停车场选址模型研究 [J]. 交通运输工程与信息学报, 2006, 4 (1): 95-98.
- [6] Hantrakul K, Sitti S, Tantitharanukul N. Parking lot guidance software based on MQTT Protocol [A]. International Conference on Digital Arts, Media and Technology [C]. IEEE, 2017: 75-78.
- [7] 董杰, 马宏琳. 百度地图 API 的安卓开发技术研究 [J]. 电脑知识与技术, 2017, 13 (23): 79-80.
- [8] 周申培, 朱泽雨, 吴涛. 基于 Android 平台的实时路径规划应用开发 [J]. 信息通信, 2016 (5): 110-112.
- [9] 贺振欢, 孙壮志. 基于语音识别技术的停车诱导系统研究 [J]. 交通标准化, 2009 (11): 58-62.
- [10] 李慧. 基于讯飞语音的安卓手机应用开发步骤的研究 [J]. 无线互联科技, 2015 (14): 123-124.

## 4 结束语

本文通过对停车诱导系统存在的问题进行分析, 构建