

视障人士户外行走辅助系统研究

董丹煌¹,方志刚^{1,2},徐洁²

DONG Dan-huang¹,FANG Zhi-gang^{1,2},XU Jie²

1.浙江大学 信息与电子工程学系,杭州 310027

2.浙江大学 城市学院,杭州 310015

1.Department of Information Science & Electronic Engineering,Zhejiang University, Hangzhou 310027, China

2.City College,Zhejiang University, Hangzhou 310015, China

E-mail: dhdong2008@yeah.net

DONG Dan-huang,FANG Zhi-gang,XU Jie.Design of outdoor travel aid system for visual impaired.Computer Engineering and Applications,2010,46(9):59-61.

Abstract: In order to enhance the mobility of the visual impaired,a model of portable and intelligent travel aid system named AudioGuide is designed.It uses GPS receiver to get the user's position,stores the environment information into the map information database,and provides safe and reliable path through optimal path analysis algorithm.In this system,sonification technology is realized through the control of sound parameters.The environment information transmission can also be realized by sonification,auditory icon or earicon.It is simple in structure,easy to carry and easy to use.

Key words: visual impaired;GPS guide;optimal path analyze;sonification

摘要:为了解决视障者的出行问题,设计了一种便携式智能户外行走辅助系统模型:AudioGuide。系统利用GPS接收器获取用户的当前位置信息,利用地图信息数据库存储环境信息,并利用最佳路径分析算法为用户提供安全可靠的路径。AudioGuide系统通过控制乐音的参数来实现可听化,用可听化、听标或耳标来传递环境信息,具有结构简单、携带方便、易使用等特点。

关键词:视障者;GPS导航;最佳路径分析;可听化

DOI:10.3778/j.issn.1002-8331.2010.09.018 **文章编号:**1002-8331(2010)09-0059-03 **文献标识码:**A **中图分类号:**TP391.7

1 引言

从20世纪70年代开始,各国学者开展了视障者行走辅助系统的相关研究工作。系统多利用红外线标签^[1]或射频标签^[2]等为视障者提供环境的相关信息,此类技术广泛应用于博物馆、医院等室内环境,但位置标签网络的布置需要花费过多的人力物力,成本高昂,不适用于室外。此外,也有许多国外学者结合GPS及3G网络为视障者提供导盲服务^[3]。但该系统需要人为监控,成本高。在国内,有关此类系统的研究几乎是空白。

可听化是通过数据到声音的映射向用户传达信息^[4-5],首次提出结合可听化及GPS导航技术,提出一种结构简单、携带方便、易使用、低成本的视障者户外行走辅助系统模型:AudioGuide。系统利用GPS获取环境信息,并利用可听化将处理后的环境信息反馈给用户。

2 系统总体结构设计

AudioGuide系统是辅助视障者行走的系统模型,用户通过系统提供的环境信息来判断当前环境情况。系统用户主要为盲

人,弱视,夜盲症患者等视觉障碍者。除此之外,还必须考虑年长的视觉障碍群体。考虑到系统的便携性,系统开发平台主要是带蓝牙及摄像头的PDA,在不影响摄像头获取环境图像的前提下,用户可以根据自己的喜好将PDA置于胸前或腰间。PDA通过蓝牙连接GPS接收器。蓝牙GPS接收器的芯片速率为1.023 M/s,数据速率为50 b/s,速率精度在0.1 m/s。用户采用键盘输入,主要包括0~9数字键、确定键返回键以及查询键。其中数字键主要储存了用户预先设定的地点列表。确定键与返回键分别用于功能的确定及返回,查询键主要用于当前环境信息查询。系统界面如图1所示。



图1 系统界面图

基金项目:浙江省自然科学基金(the Natural Science Foundation of Zhejiang Province of China under Grant No.Y1080338);浙江省教育厅科研项目(the Project Supported by Education of Zhejiang Province under Grant No.Y200804071)。

作者简介:董丹煌(1985-),女,硕士研究生,主要研究领域为人机交互;方志刚(1966-),博士,教授,硕士生导师,主要研究领域为人机交互等;徐洁(1973-),女,讲师,主要研究领域为人机交互等。

收稿日期:2009-09-16 **修回日期:**2009-11-16

AudioGuide 主要分为 GPS 处理模块(GPS Processing Model)和听觉显示界面(Auditory Display Interface)。这些模块同时又由主控模块(Controller Model)控制,并与主控模块进行数据交互。系统结构图如图 2 所示。

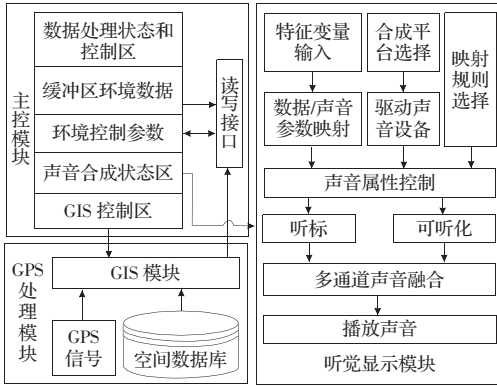


图 2 系统结构图

(1)主控模块:主要包括数据状态和控制区,缓冲区的环境数据,环境控制参数,GIS(Geographic Information System)控制区及声音合成状态区。只有该模块对所有的参数区内的数据是可见的,其他模块处理得到的结果和需要访问的数据都必须通过主控模块这个中介。该模块通过消息与听觉显示界面进行通信,实现用户输入输出控制。

(2)GPS 处理模块:主要从 GPS 接收器获取的位置信息中提取出经纬度,再转化为地理坐标,然后传给 GIS 模块。GIS 模块处理两类不同的信息,一类是从信号处理模块得到的地理坐标,接着初始化各个地理参数。另一类就是用户的控制信息,主要包括当前位置的查询功能等,同时还要结合后台地图信息数据库,为用户提供环境信息。GPS 信息处理模块主要定义了路径分析接口及导航接口。

(3)听觉显示界面:从主控模块中得到有关环境的信息,并根据映射规则进行环境信息向声音的映射。

3 GPS 导航实现

用户出门时,按下任意数字键及确定键以确定目的地并开启自动导航功能,PDA 记录下当前的出发点并通过语音提示至目的地所途经的街道信息、十字路口数、步行距离及时间,行走方向则由用户行走一段距离后进行确定。

3.1 地图信息数据库

AudioGuide 系统利用 PMF(Portable Map File)^[6]文件存储和管理空间数据。1 个 PMF 文件主要包含数据源、地图和资源 3 部分。数据源主要包含道路、建筑、医院、超市、河及道路等信息。AudioGuide 主要用 3 个图层储存环境信息数据,其中 1 个图层包括各种不同类型的道路信息,第 2 个图层包括街道上的重点建筑物,第 3 个图层包括便利设施。系统用不同的线型来表示不同的道路类型。如表 1 所示。

道路类型	线型	编号
公路	—————	000006
人行道	—————	000006
斑马线	- - - - -	000009
盲道	- · - · -	000010

3.2 最佳路径分析

AudioGuide 系统在 Dijkstra 算法^[7]的基础上进行改进来获得最佳路径,更需要提供一条安全可靠路径。对视障用户而言十字路口是危险系数最高的地带,因此 OPA(Optimal Path Analyze)算法在十字路口数少及路径短之间做出折衷。

用节点 $v \in V$ 表示十字路口, $e \in E$ 表示各节点之间的线段,则可以把现实生活中的道路网络抽象为图论中的有向带权图 G ,则最佳路径分析问题可以简化为求得源节点 $s \in V$ 到是终点 $d \in V$ 的最佳路径 $OP(s, d)$ 。令 $|E|$ 表示线段数; $e(e, e') = \{(v_i, v_j), (v_j, v_k)\} \in E * E$ 表示共享一个节点的线段集; w 和 r 分别表示线段权值和十字路口权值; w_s 和 r_s 分别表示至出发地节点的线段权值和十字路口权值; W_s 表示到出发地节点的总权值,它与每个节点所联接的线段集相关联; S 表示已遍历线段集; P 表示节点顺序集。

用 w 和 r 对权值进行优化,如下所示,其中 λ_d, λ_r 分别指距离及十字路口权值的系数:

$$W(e, e') = \lambda_d w(e') + \lambda_r r(e, e')$$

则最佳路径 $OP(s, d)$ 如下所示,其中 $e_0 = (s, v_1), e_N = (v_N, d)$ 。

$$OP(s, d) = \sum_{i=0}^{N-1} W(e_i, e_{i+1})$$

OPA 算法基于 Dijkstra 算法,它最主要的区别在于 OPA 算法中的权值是与每个节点相联结的线段相关而非仅与单一的线段相关。OPA 算法先初始化所有参数,然后不断迭代计算至源节点的最小权值路径并将线段加入 S 集,将节点加入 P 集,当遍历至终结点 d 时算法结束。路径分析结果及算法流程分别如图 3,图 4 所示。



图 3 最佳路径分析图

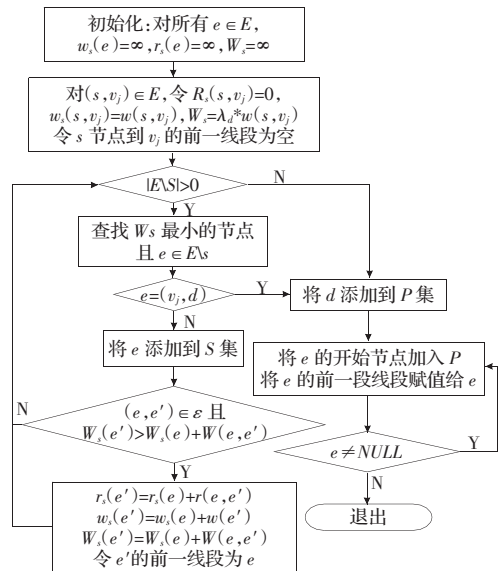


图 4 路径分析算法流程图

4 听觉显示界面

4.1 数据-声音映射方案

在听觉显示过程中,为了避免长时间的语音提示引起用户的听觉疲劳,语音提示只限于表示离散的环境信息,而障碍物,距离,方向偏移则用非语音实现。为了向用户展示简明的环境信息,系统只提取出如表2所示环境信息进行听觉显示。其中便利设施主要包括公用电话、商店、诊所等,而障碍物则主要包括人行道上的树、交通灯、垃圾桶等。

表2 环境信息映射

环境信息	映射方式
街道名称	语音
主要建筑物	
十字路口	
便利设施	
距离	非语音
方向偏离	
障碍物	

AudioGuide 系统采用 Hekkus Sound 库实现环境信息的可听化。用户可以依据个人喜好选择非语音数据映射方式。系统提供了音量、频率及速度3种映射方式,每种方案都定义了各自的线程函数。包括:

(1)音量映射线程:UINT VolThreadProc(LPVOID pParam);

(2)频率映射线程:UINT FreqThreadProc(LPVOID pParam);

(3)速度映射线程:UINT SpeedThreadProc(LPVOID pParam)。

4.2 方向可听化实现

在缺省状态下,用户通过控制音量实现方向可听化。设置初始音量为0,方位值为0,水平距离限定为以用户为中心左右各4m $[-4,4]$ 。系统对响度进行了规范化处理,响度值为1表示声音不经过如何衰减;响度值为0表示声音衰减为0。当用响度作为表示方向信号时,系统选择0.1为响度的初始值,而最大偏离响度为1。当用方位值表示方向信息时,为0时表示左右声道大小相同;方位值为1表示右声道的声音响度未任何衰减,而左声道的声音响度衰减到0;方位值为-1则表示右声道的声音响度衰减到0,而左声道的声音响度未任何衰减。音量和方位的映射关系如下所示:

$$Vol_t = \begin{cases} \frac{-Pos^2}{16}, Pos \in [0, 4] \\ \frac{Pos^2}{16}, Pos \in [-4, 0] \end{cases}$$

$$Vol_t = \begin{cases} \frac{Pos^2}{16}, Pos \in [0, 4] \\ \frac{-Pos^2}{16}, Pos \in [-4, 0] \end{cases}$$

4.3 距离可听化实现

在缺省状态下,系统通过控制音量实现距离的可听化。当用户从起始点出发时,PDA向用户播放一段音乐。音乐可由用户根据个人偏好自行设定,为不影响用户接收外界环境的声音及方向偏离等警示音的接收,将响度初始值设定为0.3。当用户与目的地距离约100m时,提供一个语音提示并逐渐减弱音量,当用户到达目的地时,音量削减为0。音量与距离之间的关系如下所示:

$$Vol = \begin{cases} 0.3 - 3(Dis - 100)^2 \times 10^{-5}, Dis \in [0, 100) \\ 0.3, Dis \in [100, \infty) \end{cases}$$

5 结束语

AudioGuide 系统的研究是一项交叉性研究,它将有助于进一步加强工效学领域与各领域专家的联系与合作。系统在PDA上开发原型以使用户携带,利用GPS接收器获取用户当前位置信息,并利用地图信息数据库存储环境信息,为用户提供丰富的环境信息。最佳路径算法不同于以往导航系统中的Dijkstra算法,在路径权值中增加了十字路口权值,保证了视障者行走的可靠性与安全性。此外,AudioGuide采用隐喻的环境信息-声音映射方式,使用户不需要长时间学习,就能快速理解系统提供的环境信息。为了丰富用户的体验性,用户可自行设置目的地列表及数据映射方式。当然,如果要想AudioGuide得到广泛的应用,系统有效性及用户满意度仍需要进行进一步测试研究。

参考文献:

- [1] Hatakeyama T, Hagiwara F, Bond C W, et al. Remote infrared audible signage system[J]. International Journal of Human-Computer Interaction, 2004, 17(1): 67-70.
- [2] Chumkamon S, Tuvaphanthaphat P, Keeratiwintakorn P. A blind navigation system using RFID for indoor environments[C]//5th International Conference on Electrical Engineering, Krabi, Thailand, 2008. USA: IEEE, 2008, 2: 765-768.
- [3] Hunaiti Z, Garaj V, Balachandran W. A remote vision guidance system for visually impaired pedestrians[J]. The Journal of Navigation, 2006, 59: 497-504.
- [4] 方志刚, 胡国兴, 吴晓波. 基于非语音声音的听觉用户界面研究[J]. 浙江大学学报: 工学版, 2003, 37(6): 684-688.
- [5] 胡国兴, 李清水, 方志刚. 听觉界面与盲人用户手机界面[J]. 人类工效学, 2003, 9(2): 7-10.
- [6] eSuperMap 5 用户手册[M]. 北京: 北京超图地理信息技术有限公司, 2006.
- [7] Dijkstra E. A note on two problems in connexion with graphs[J]. Numerische Mathematik, 1959, 1(1): 269-271.