

附件 1: “基于近距离信息交互技术的超市导购平台”, 国家版权局计算机软件著作权证书, 登记号: 2017SR016421, 2017.1.18

	
中华人民共和国国家版权局	
计算机软件著作权登记证书	
证书号: 软著登字第1601705号	
软件名称:	基于近距离信息交互的超市导购平台 [简称: NICGuide] V1.0
著作权人:	武汉大学
开发完成日期:	2016年08月15日
首次发表日期:	未发表
权利取得方式:	原始取得
权利范围:	全部权利
登记号:	2017SR016421
根据《计算机软件保护条例》和《计算机软件著作权登记办法》的规定, 经中国版权保护中心审核, 对以上事项予以登记。	
	
No. 01412730	 2017年01月18日

附件 2: 季勍雯、张立贤、张驰、蔡林浩, 静态室内路径规划的改进 A-Star 算法, 测绘地理信息 (录用通知, 稿件编号 2016341)

《测绘地理信息》稿件录用通知

季勍雯, 张立贤, 蔡林浩, 张驰女士/先生:

您所撰写的《**静态室内路径规划的改进 A-Star 算法**》(稿件编号: 2016341) 一文已通过专家审核, 拟同意刊用, 请勿再投他刊。

此致

敬礼!



附件 3: 季勍雯、张立贤、张驰、蔡林浩, 静态室内路径规划的改进 A-Star 算法 (论文全文)

静态室内路径规划的改进 A-Star 算法¹

季勍雯 张立贤 蔡林浩 张 驰

(武汉大学测绘学院, 湖北 武汉, 430072)

摘 要:室内定位与路径规划, 作为导航定位中“最后一公里”的核心问题, 一直吸引大量科研人员投身其中。本文在研究了静态环境的路径规划与导航算法的基础上, 提出将人工智能领域 A-Star 算法引入静态室内路径规划中的解决方案。阐述了 A-Star 算法原理与实现流程, 给出了 A-Star 算法应用于静态室内路径规划关键问题处理方法, 并开发一款基于智能手机平台的 A-Star 算法在静态室内地图路径规划应用中应用 APP 软件。研究结果表明: 改进的 A-Star 算法可以很好的应用于静态室内路径的规划, 可大幅提高 A-Star 算法在室内导航定位中的运算速度和效率。

关键词: 静态环境; 室内路径规划; A-Star 算法; 倒序遍历

An Improved A-Star Algorithm for Static Indoor Environment Path Planning

¹项目来源: 国家自然科学基金项目资助 (41374011)、国家级大学生创新创业训练项目 (201610486090)
作者简介: 季勍雯, 女, 武汉大学测绘学院测绘工程本科在读, 主要研究方向为室内定位与导航

Abstract : As the the core issue of “ the last mile of navigation and positioning”, indoor positioning and path planning have attracted quantities of researchers. This paper puts forward a solution of enhancing A-Star algorithm which belong to the field of artificial intelligence, based on the study of the path planning and navigation algorithm of the static environment. The principle and implementation process of A-Star algorithm is described. The key problems of A-Star algorithm static indoor path planning application is proposed and resolved. An APP based on smart mobile phone platform which applied to the improved A-Star algorithm for static indoor environment path planning is developed. The research results show that the improved A-Star algorithm can be applied to indoor static environment path planning properly, the optimization scheme developed can significantly improve the operational speed and efficiency of the A-Star algorithm in the indoor static environment path finding.

Key words: static environment; path planning; A-Star algorithm; reverse traversal

1 引言

对于内容标志物的权值短期内不变化的环境，通常称为静态环境。静态环境的显著特点是预先知晓了环境中的障碍物信息^[1]。室内地图，即属典型的静态环境。其特

点是各类特征点种类多、信息量大、拓扑关系复杂。目前较为成熟的静态环境的路径规划与导航算法主要有以下三类：

Dijkstra 最短路径算法类：将起始点处作为为路径规划的中心，向外层逐层进行扩展，直到扩展到终点为止。由于 Dijkstra 算法是基于遍历完的所有节点才得到最短路径，因此通过这种方法得到最短路径的成功率很高。但是遍历节点越多时，其效率就会相应越低^[2]。对于拥有大量的拓扑关系的室内地图而言，这种方法耗时较多；

图形学建模类：借助了图形学中建模的思想，并且将存储量较大、结构复杂的图形信息转化为存储量小、结构较简单的数学表达形式，具有直观、高效的优点，但是由于图形建模的思想在搜索能力方面有着先天性的不足^[3]，因此面对室内地图中复杂的路径、障碍物信息，这种算法难以胜任；

迭代随机式搜索类：其特点是对目的地进行多线并行搜索，并同时多个可行解进行检查，一般不会陷入局部的极小点，其结果的可信度较高^[4]。但是针对随机式的搜索方案，影响其搜索效率的最主要因素是编码长度和搜索空间^[5]。但是由于针对不同静态环境的室内地图需要设置相应不同的编码，增大了路径规划大范围应用时的成

本。此外，该类算法的随机性使得对于同一组起点终点，规划的路径可能不同，这也不利于用户体验。

本文针对目前主流的静态路径规划算法对于在室内地图中的路径规划问题，基本都存在效率较低，计算速度较慢，无法应用于复杂拓扑关系的缺点，选用基于启发式搜索的 A-Star 算法，通过对室内地图进行预处理、对可行域进行优化、对 A-Star 算法遍历模式进行改进，并利用启发式搜索的方式，设置合适的估价函数，对搜索的位置进行评估，大大减少了不必要的搜索，降低成本的同时能够保证耗时较少。

2 A-Star 算法原理与实现流程

2.1 A-Star 算法

A-Star 算法是一种静态路网中求解最短路最有效的方法^[6]。A-Star 算法的基本思想是采用启发式搜索的方式，选择合适的启发函数, 对于各个扩展节点 的代价值进行计算和评估, 从而选择代价值最优的结点加以扩展, 直到找到目标节点为止^[7]。A-Star 算法评价周围各节点的估值时需要用到估价函数，其一般形式为：

$$f(n) = g(n) + h(n) \quad (1)$$

式中: $f(n)$ 为估价函数,是起点经过节点 n 到达终点的最优估计值; $g(n)$ 从初始节点到节点 n 的实际消耗, $h(n)$ 从节点 n 到目标点的估计消耗。 $h(n)$ 体现了 搜索的启发式信息,因此 $h(n)$ 被成为启发性函数^[8]。通常有根据曼哈顿距离,对角线距离,欧几里得距离等作为启发函数计算。在本文中,以曼哈顿距离作为室内地图规划的启发函数。曼哈顿距离为欧式空间直角坐标系中线段在两个坐标轴上投影的距离总和。即两点间的横向直线距离加纵向直线距离,其表达式为:

$$h(n) = |X_i - X_j| + |Y_i - Y_j| \quad (2)$$

为了保证 A-Star 算法总能找到最小代价路径,进行搜索的图必须满足如下条件:

- (1) 搜索图中的每个节点的后继节点的数目是有限的。
- (2) 搜索图中所有弧的代价都大于某个正数 ε 。
- (3) 对于搜索图中的所有节点 n , $h(n) \leq h(n)$. 也就是说, $h(n)$ 不会超出实际值 $h(n)$ 的估计^[9]。

A-Star 算法的工作原理中需要用到 2 个列表: 分别是 openlist 列表和 closelist 列表。openlist 列表用来记录所有被计算过但未扩展过的节点, closelist 列表中用来记录已经被扩展过的节点^[10]。每次搜索中, 根据 openlist 列表里各节点估价函数 $f(n)$ 值大小进行排序, 选择 $f(n)$ 值最小的节点删除, 并添加到

closelist 列表中，然后对其进行扩展，依次循环下去，直到搜索到目标节点。图 1

给出了 A-Star 算法流程图。

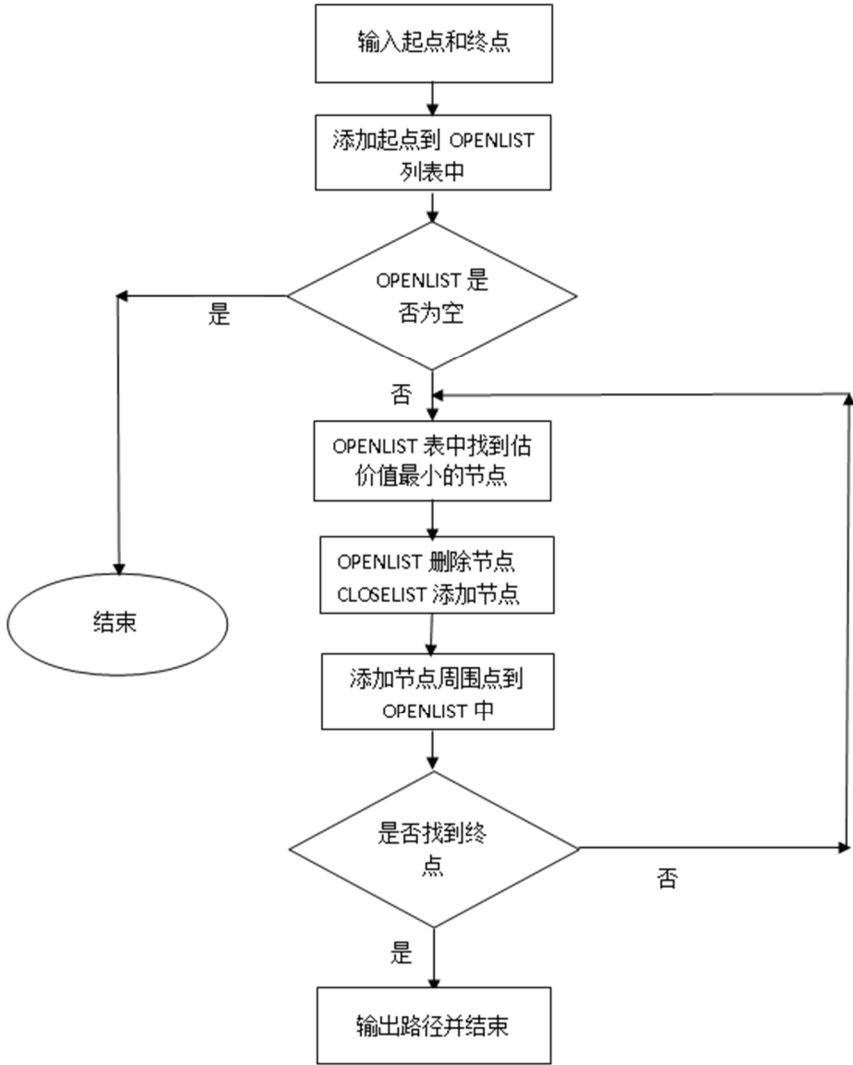


图 1 A-Star 算法流程图 Fig.1 A-Star algorithm flow chart

2.1 A-Star 算法改进方案

A-Star 算法在搜寻过程当中，需要将周围 8 个方向的待选点用预先设定的估价函数进行估价并排序。在此过程中，其运算速率和存储效率的主要取决于循环遍历的运算速率和存储效率。通过将 List 表的循环遍历方式设置为倒序遍历，使得算法能快

速的找到新添加的节点，在运算效率和存储效率上更为高效，从而加快目标点搜索的效率。

3 静态室内路径规划关键问题处理方法

3.1 运用 Grid 法进行室内地图预处理

由于 A-Star 算法的路径规划需使用数字化后机器识别的地图（一般使用数组或堆表示）进行搜索。借鉴图形学中 Grid 法建模的方式，将室内地图用 0,1 分别标记室内地图中的可通行域和不可通行域。采用 0, 1 的数字存储模式后的数字化地图，室内地图按照矩形格网划分，其路径点在矩形格网中呈均匀分布。因此使用曼哈顿距离作为 A-Star 算法的估价函数，其搜寻效率会明显优于欧氏距离估值函数。在空间占用和算法效率上的优化幅度非常明显，图 2 为原始室内地图，图 3 给出了建模后图像。未采用 Grid 法建模前的室内地图文件体积为 56.4kb，采用 grid 法建模后的数据文件体积为 1.46kb（室内地图文件格式:png，画幅：2400*1600px，颜色模式：RGB）。

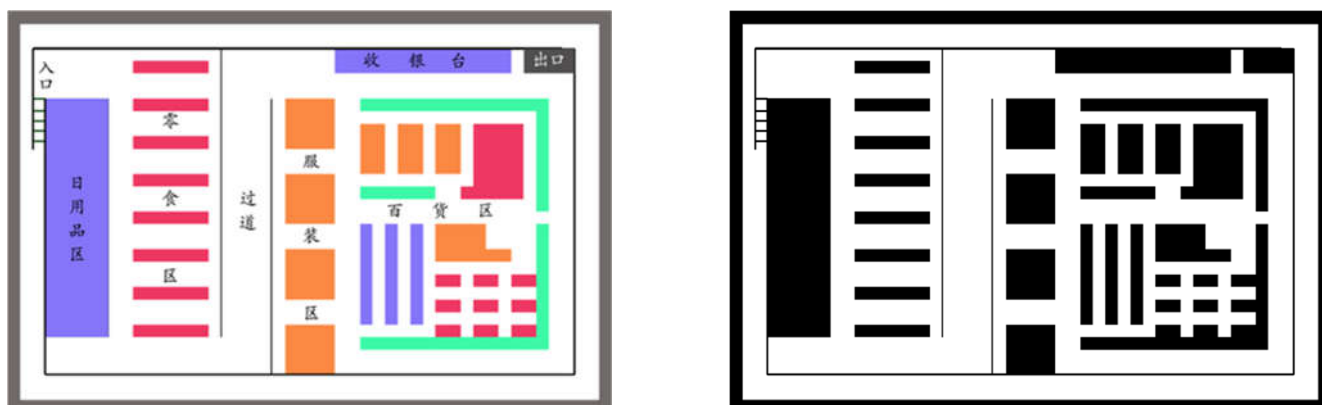


图 2 原始室内地图 Fig.2 Original indoor map

图 3 Grid 法预处理后室内地图 Fig.3 Indoor map preprocessed with Grid method

3.2 可行域线性化处理方法

由于 A-Star 算法采用启发式搜索，因此其一个显著的特点是：在障碍物附近其搜索速度会显著加快，而在宽阔的可行域附近其搜索速度会明显变慢^[11]。利用 A-Star 算法的这一特点，将可行域进行线性化处理，从而加速路径搜索效率。

将室内地图的可行域部分的色彩进行颜色识别(室内地图见图 2，室内地图中的可行域部分对应颜色为白色，RGB 代码为#FFFFFF)，并从可行域两端开始向中间收拢，直至形成线性连通可行区域（需要用阈值进行判定，如示例图中判定方式为：当

路径宽度 $\leq 2\text{px}$ 时停止收缩)。图 4 为可行域线性化处理后的可行域(图 4 的实际路径宽度为 2px 为了显示效果对路径做了加粗处理)。

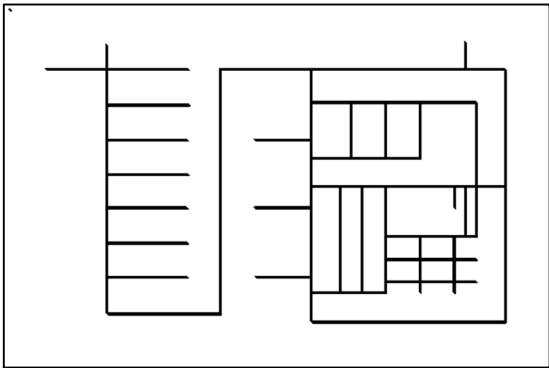


图 4 可行域线性化后的室内地图

Fig.4 Indoor map after linearization of feasible region

为了直观评估可行域线性化处理的效果，采用小米手机（小米 Mi 5，内存：3.00GB，CPU 单核最大主频 1.8GHz（4 核心））和监测软件：Android emulator monitor 2.1.2 进行测试，下同。图 5、图 6 分别给出了测试结果截图。

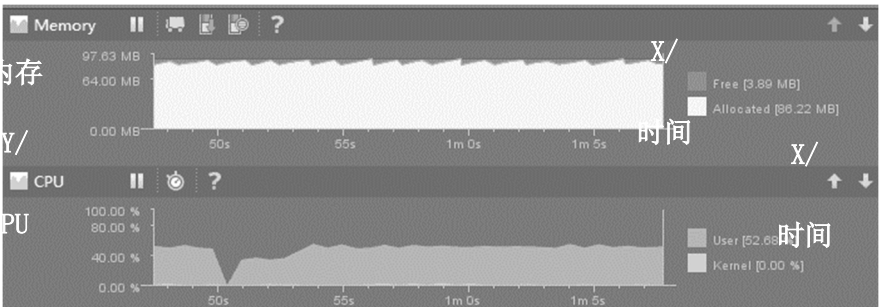


图 5 未进行可行域线性化时手机 CPU、内存占用情况

Fig.5 the statements of mobile phone CPU, memory usage without linearization of feasible region

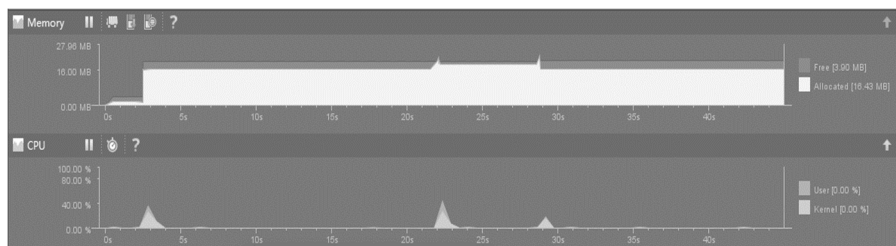


图 6 可行域线性化后手机 CPU、内存占用情况

Fig.6 the statements of mobile phone CPU, memory usage with linearization of feasible region

从图 5、图 6 可以看出：采用可行域线性化后，CPU 占用峰值出现了显著的下
降，CPU 载荷运算时间明显缩短，内存占用也大为降低，优化效果非常明显。

表 1 优化前后数据对比 Tab.1 Data comparison before and after optimization

	可行域线性化前	可行域线性化后	优化率
CPU 占用峰值 单位：%	62.4	41.9	32.85%
CPU 载荷运算时间 单位：秒（s）	14.7	2.6	82.31%
内存占用 单位：MB	97.63	16.85	82.74%

表 1 为通过监测软件获得的具体提升数据，由表可知：通过此方法进行优化处
理，CPU 占用峰值下降 32.85%，CPU 载荷运算时间下降 82.31%，内存占用下降
82.74%，优化效果显著（数据仅供参考，实际优化率与手机性能有关，下同）。

3.3 A-Star 算法运算速率和存储效率的优化方法

经过测试，将循环遍历方式设置为倒序遍历，即对 list 表中由最后一位开始遍历到第一位^[12]。将添加到 Openlist 列表中的新节点存放在列表的最后几位，搜索效率有了明显的提升。

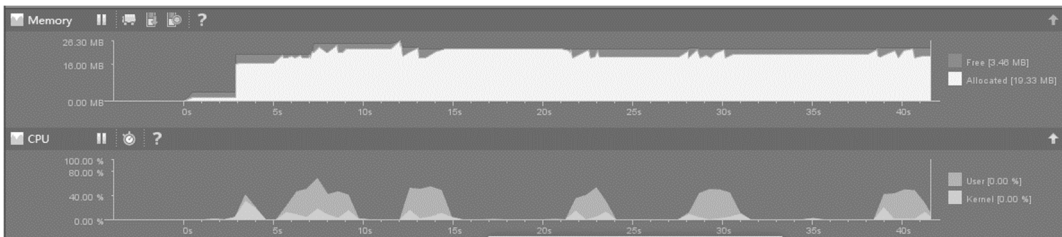


图 7 倒序遍历前手机 CPU、内存占用情况

Fig.7 the statements of mobile phone CPU, memory usage before the reverse traversal

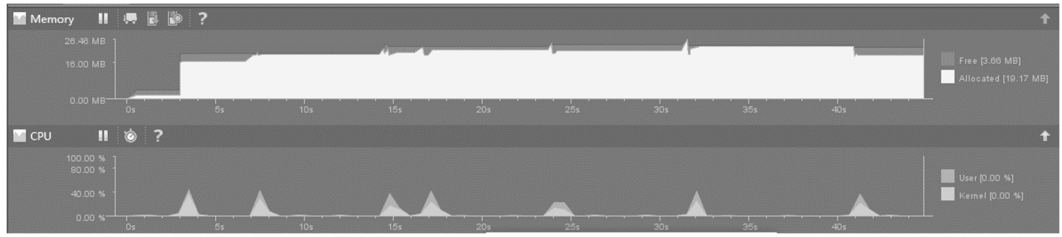


图 8 倒序遍历时手机 CPU、内存占用情况

Fig.8 the statements of mobile phone CPU, memory usage after the reverse traversal

图 7，图 8 分别为处理前后监测软件数据截图，从图中可知：采用倒序遍历后，CPU 占用峰值有所下降，CPU 载荷运算时间也有所缩短，内存占用未见明显改变。

表 2 优化前后数据对比 **Tab.2** Data comparison before and after optimization

	可行域线性化前	可行域线性化后	优化率
CPU 占用峰值 单位: %	71.2	40.9	42.56%
CPU 载荷运算时间 单位:秒 (s)	5.3	3.3	37.74%

表 2 为通过监测软件获得的具体提升数据, 由表可知: 通过此方法进行优化处理, CPU 占用峰值下降 42.56%, CPU 载荷运算时间下降 37.74%, 优化效果显著。

4 静态室内地图路径规划算法实现

为了验证改进的 A-Star 算法在静态室内地图路径规划应用中的可用性。开发了一款基于智能手机平台的 APP, 界面部分截图和功能介绍如图 9 所示。APP 主要功能包括: 通过搜索框对目标地的搜索、通过扫描二维码获取当前位置信息、使用本文提出的改进的 A-Star 算法进行室内地图的路径规划、使用指南针辅助用户确定当前朝向等。

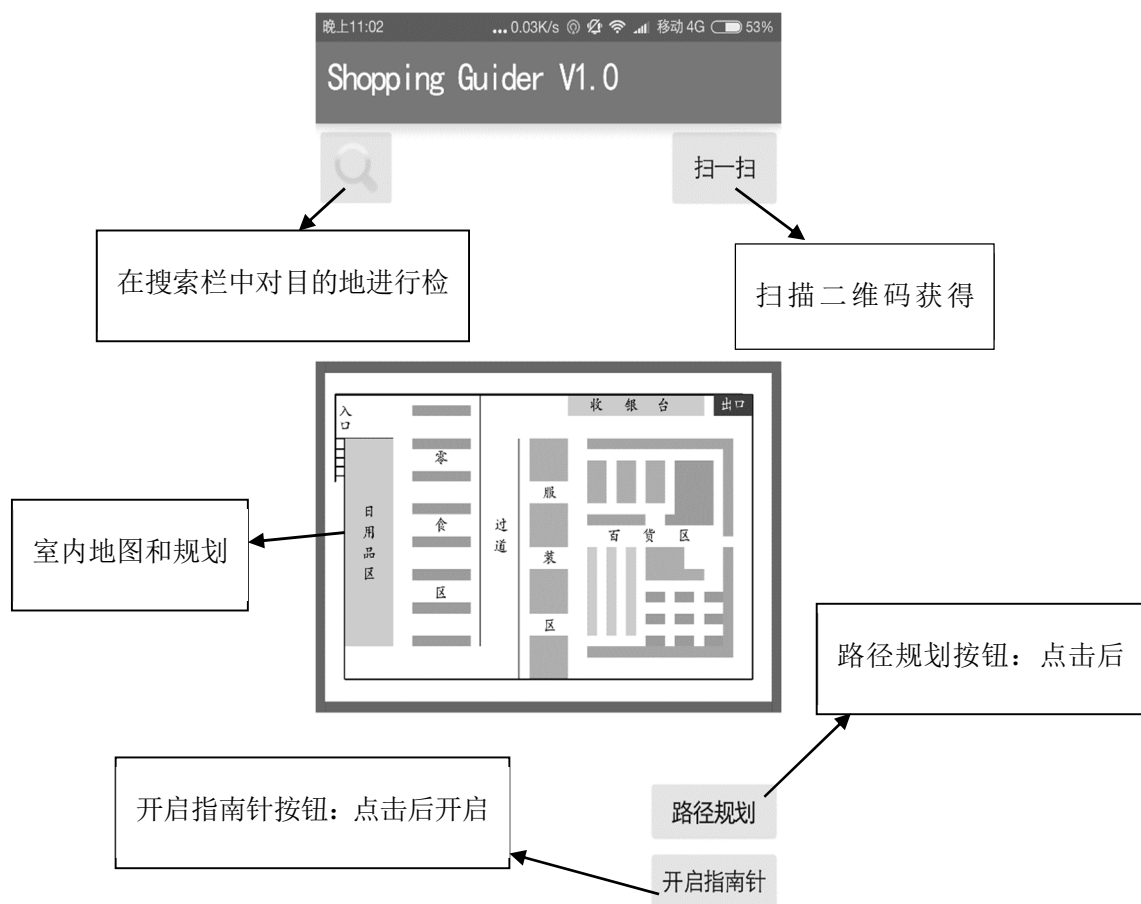


图 9 APP 部分界面展示 Fig.9 Display of the APP interface partially

路径规划:用户通过屏幕点击或者扫描预设的二维码识别当前位置信息，再通过搜索按钮获取目标位置信息，APP 即可进行从当前位置到目标位置的路径规划并显示出来。在整个路径规划过程中，当用户不能确定当前方向时，可开启指南针功能键，辅助确定当前朝向。图 10 为室内路径规划示例界面。路径规划功能测试表明：CPU 占用峰值为 42.4%，CPU 载荷运算时间为 2.7s，内存占用为 17.44MB，从开始规划路

径到显示路径所用时间为 3.9s。改进的 A-Star 算法在静态室内地图路径规划应用是可行的，运行运算速率快。

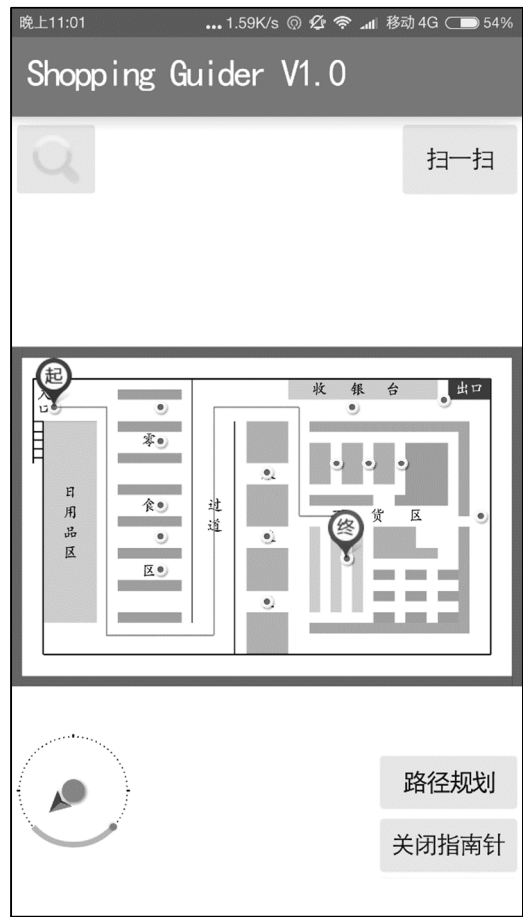


图 10 室内地图路径规划示例 Fig.10 Example of indoor map path planning

5 结语

本文针对目前主流静态路径规划算法运算效率较低、对复杂拓扑地形适用性差的缺点，提出将人工智能领域 A-Star 算法引入静态室内路径规划中的解决方案。并对应用过程中的关键性问题，基于 A-Star 算法和静态室内地图的特点，通过对 A-Star

算法进行优化、对室内静态环境地图进行 Grid 法预处理、将可行域进行线性化处理

等，使得 A-Star 算法可以很好地应用于静态室内路径规划。通过开发出基于智能手

机平台的 A-Star 算法在静态室内地图路径规划应用中的 APP 软件进行技术性验证。

依据此方案得到的静态室内路径规划，具有与室内地图结合性好、运算速率快、存储

效率高等优点。

参考文献（Reference）：

[1] Huang R, Zaruba G V. Static Path Planning for Mobile Beacons to Localize Sensor

Networks[C]// IEEE International Conference on Pervasive Computing and

Communications Workshops. IEEE Computer Society, 2007:323-330.

[2] Zhan F B, Noon C E. Shortest Path Algorithms: An Evaluation Using Real Road

Networks[J]. Transportation Science, 1998, 32(1):65-73.

[3] Hougardy S. The Floyd--Warshall algorithm on graphs with negative cycles[J].

Information Processing Letters, 2010: 279-281.

[4] Wang K H C, Botea A. Tractable Multi-Agent Path Planning on Grid Maps.[C]// IJCAI

2009, Proceedings of the, International Joint Conference on Artificial Intelligence, Pasadena,

California, Usa, July. 2009:1870-1875.

[5] Altaharwa I A, Alweshah M. A Mobile Robot Path Planning Using Genetic Algorithm in

Static Environment[J]. Journal of Computer Science, 2008, 4(4): 341-344.

[6] 徐伟, 孙士兵. 基于 A-Star 算法警用地图查询系统的设计与实现[J]. 信息安全与

技术, 2011(5):52-53.

- [6] Xu Wei, Sun Shibing. Design and Realization of A-Star algorithm based on police map query system[J]. Information Security and Technology, 2011 (5): 52-53.
- [7] 魏瑞轩, 许卓凡, 王树磊,等. 基于 Laguerre 图的自优化 A-Star 无人机航路规划算法[J]. 系统工程与电子技术, 2015, 37(3):577-582.
- [7] Wei Ruixuan, Xu Zhuofan, Wang Shulei, etc. A self optimizing A-Star UAV route planning algorithm based on Laguerre map [J]. System Engineering and Electronic Technology, 2015, 37 (3): 577-582.
- [8].陈圣群, 董林飞. Dijkstra 和 A-Star 算法在智能导航中的应用分析[J]. 重庆科技学院学报:自然科学版, 2010, 12(6):159-161.
- [8]. Chen Shengqun, Dong Linfei. Application of Dijkstra and A-Star algorithms in intelligent navigation [J]. Journal of Chongqing University of Science and Technology: Natural Science Edition, 2010, 12 (6): 159-161.
- [9].李季, 孙秀霞. 基于改进 A-Star 算法的无人机航迹规划算法研究[J]. 兵工学报, 2008, 29(7):788-792.
- [9]. Li Ji, Sun Xiuxia. The UAV path planning algorithm based on improved A-Star algorithm [J]. Acta Armamentarii, 2008, 29 (7): 788-792.
- [10] 陈华华, 杜歆, 顾伟康. 基于遗传算法的静态环境全局路径规划[J]. 浙江大学学报(理学版), 2005, 32(1):49-53.
- [10] Chen Huahua, Du Xin, Gu Weikang. The static environment of global path planning based on genetic algorithm[J]. Journal of Zhejiang University: Science Edition, 2005, 32 (1): 49-53.

- [11] Zou H, Zong L, Liu H, et al. Optimized Application and Practice of A* Algorithm in Game Map Path-Finding[C]// IEEE International Conference on Computer and Information Technology, Cit 2010, Bradford, West Yorkshire, Uk, June 29-July. 2010:2138-2142.
- [12] 周建国, 张鹏, 冯欣,等. 基于无线传感器网络的室内定位研究[J]. 测绘地理信息, 2012, 37(5):26-28.
- [12] Zhou Jianguo, Zhang Peng, Feng Xin, et al. Research on indoor localization based on wireless sensor network [J]. Journal of Geomatics, 2012, 37 (5): 26-28.

应用证明

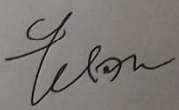
本公司使用武汉大学测绘学院张立贤、蔡林浩、张驰、季勃雯同学的科研成果“基于近距离信息交互的超市导购平台”, 为我公司在数据采集、录入、二维码、NFC 标签设置与存储, 引导用户进行导购、路径规划、应急逃生等应用方面提供了一整套完整的解决方案。该软件产生了较好的经济效益, 体现出了较高的实用价值, 我公司愿意作为该软件的销售代理, 对该软件加以宣传和推广。

武汉兴测科技发展有限公司

2017 年 2 月 25 日

独立性证明

“基于近距离信息交互的超市导购平台 V1.0”，实现了快速、稳定、可靠的室内定位服务，软硬件结合，创新点突出。并于 2017.1.18 取得国家版权局计算机软件著作权，由学生自己独立完成，特此说明。

指导老师（签名） 

2017 年 3 月 1 日

附件 6: “基于近距离信息交互的超市导购平台”使用说明（基于原软件著作权基础上
进一步改进和完善）

《基于近距离信息交互的超市导购平台》使用说明

1 引言

1.1 编写目的

编写本使用说明是为了充分叙述本软件所能实现的功能及其运行环境，以便使用者了解本软件的使用范围和使用方法，并为软件的维护和更新提供必要的说明信息。

1.2 术语和缩写词

Android 环境；室内地图；路径规划；NFC；二维码；A-Star 算法

2 软件概述

2.1 软件用途

本软件的主要功能是，在 Android 环境中搭建超市导航导购的测试平台。该平台具有管理员录入点位信息、游客获取当前点位信息、规划导航路径等功能，并支持以读取 NFC 标签、扫描二维码等方式获取相关信息。

2.2 软件运行

本软件运行在 Android 移动设备及其兼容机上，最佳适配 Android5.1 操作系统（API Level 22），最低适配 Android4.3 操作系统（API Level 18）。在软件安装完成后，直接点击软件图标，即可显示软件运行界面，进行软件操作。

2.3 系统配置

本软件要求在 Android 移动设备及其兼容机上运行。

硬件要求：CPU：1.5GHz 以上；RAM：2GB 以上；硬盘：100MB 以上；

相机：具有自动聚焦功能；NFC 模块：具备；GPS 模块：具备。

配套设备要求：可读写的 NDEF 格式的 NFC 标签；特定的二维码图片。

2.4 软件结构

基于近距离信息交互的超市导购平台 NICGuide 的结构，如图 1 所示。

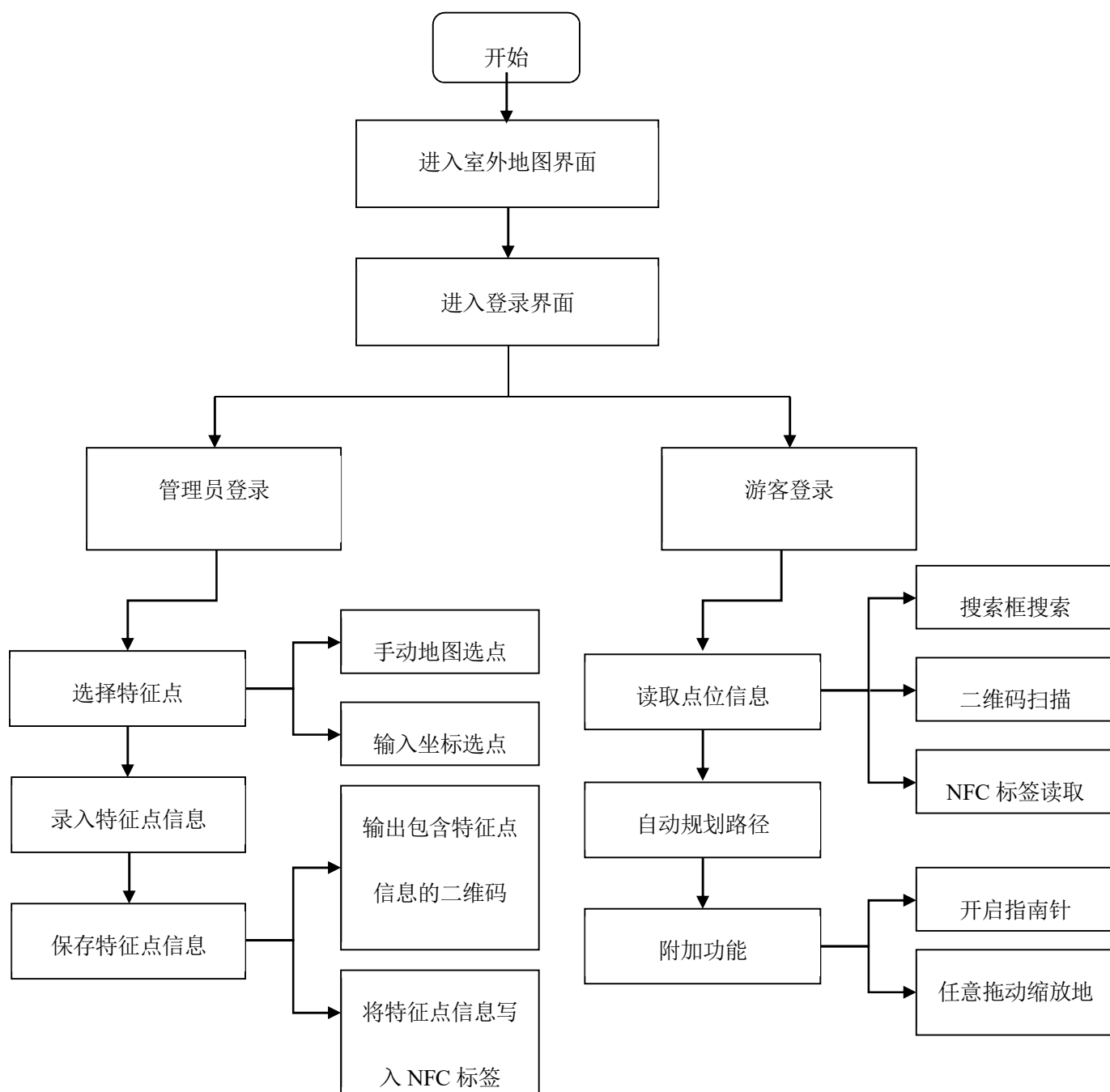


图 1 NICGuide 基于近距离信息交互的超市导购平台

2.5 软件性能

该软件包含室外地图、登录窗口、管理员窗口和游客窗口等四个良好的用户交互界面，以及二维码扫描、二维码显示和点位搜索框等三个子窗口。

主要功能为：用户点击室外地图窗口中的标记点，转入用户登录界面。在用户界面中，可以输入特定匹配的帐号密码，转入管理员界面，也可以直接点击“游客登录”按钮，转入游客界面。在管理员页面中，通过拖拽或者手动输入坐标值的方式，锁定并存储新标记点的点位信息，并可以选择生成点位信息二维码，或者贴近 NFC 标签自动写入点位信息。在游客界面中，实现了开启指南针，拖拽并缩放室内地图，搜索所有存储点，NFC 读入点位信息并自动规划路径等功能。

技术特点：采用 NFC 标签的自动读取和写入功能，快速便捷地得到点位信息。后台运算中，采用经二值化和可行域线性化处理的室内地图，简化复杂布局。采用倒序遍历的优化 A-Star 算法规划导航路径，提高搜索效率。

2.5.1 操作说明

1. 主界面，寻找附件的可用室内地图标记点（武汉大学信息学部图书馆附近），详见图 2。

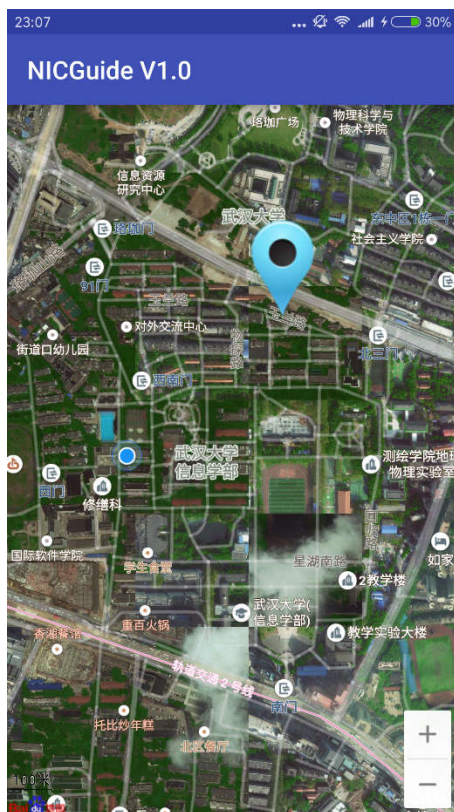


图 2 室外地图界面

2. 登录界面，可填入登录信息（帐号：admins，密码：123456）并记住登录状态，点击“登录”或“游客登录”按钮。详见图 3。



图 3 登录界面

3. 管理员界面，手动设置模式：选定“手动设定点坐标”复选框，设置标记点坐标，点击“设定”，详见图 4。拖拽设置模式：点击地图任意位置，设置标记点，详见图 5。



图 4 管理员界面—手动设置模式



图 5 管理员界面—拖拽设置模式

4. 管理员界面，点击“锁定并存储当前点”按钮，存储当前标记点信息，详见图 6。



图 6 管理员界面—存储当前点

5. 管理员界面，点击“展现所有存储点”按钮，将展示当前存储点位置，点击任意点，可将其设为当前点，详见图 7。

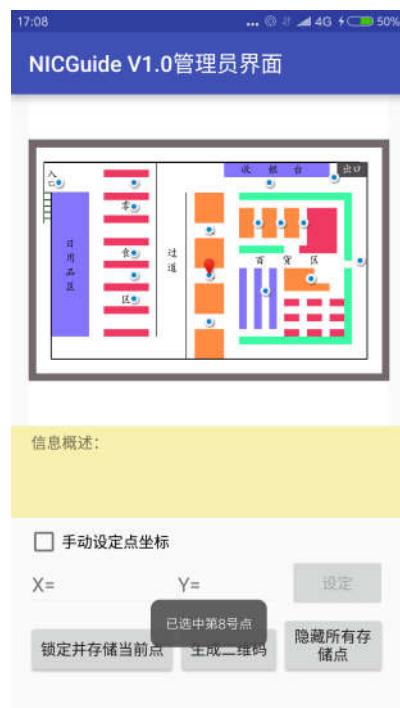


图 7 管理员界面—展示并选定点

6. 管理员界面，将 NFC 标签靠近手机后背，将自动写入当前点信息，详见图 8。点击“生成二维码”按钮，可将当前点信息转换为二维码并显示，详见图 9。



图 8 管理员界面—生成二维码



图 9 管理员界面—写入 NFC 数据

7. 游客界面，无操作界面，详见图 10。点击“开启指南针”，可查看当前方位，详见图 11。



图 10 游客界面



图 11 游客界面—指南针测试

8. 游客界面，点击左上角“搜索”图标，打开搜索框，详见图 12。点击右上角“扫一扫”按钮，打开相机取景窗口，自动聚焦并自动解译二维码信息，详见图 13。



图 12 游客界面—搜索框

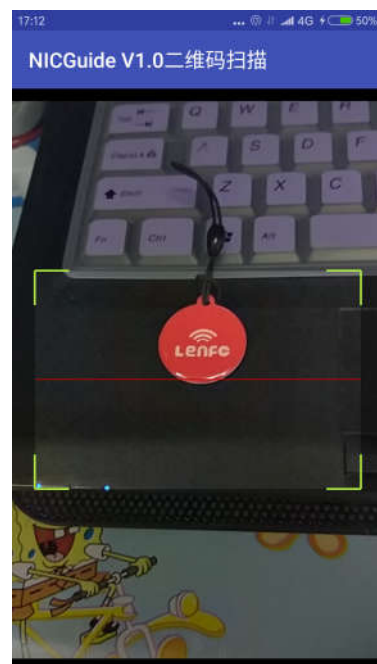


图 13 游客界面—搜索框

9. 游客界面，点击“选点测试”按钮，触摸选择任意点，自动规划从指定起点开始的导航路径，或将存有点位信息的 NFC 标签靠近手机后背，自动读取 NFC 内信息并自动规划导航路径，详见图 14。

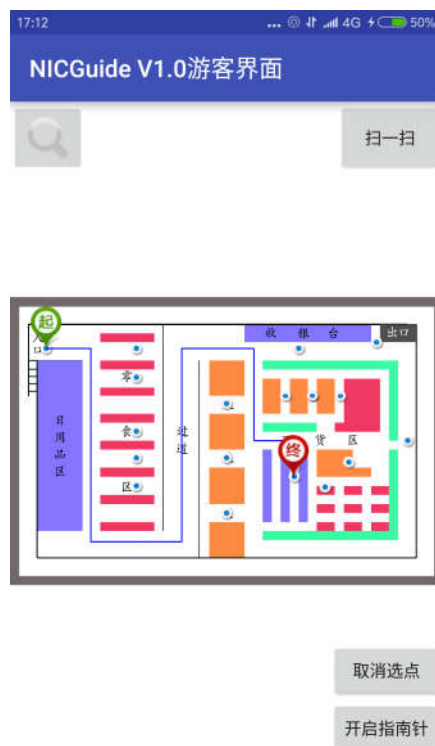


图 14 游客界面—选点规划导航路径

3 软件使用过程

3.1 软件安装

直接点击软件的安装软件 NICGuide .apk 进行安装，将默认安装到 Android 设备的主页面。

3.2 运行步骤

点击 Android 设备的桌面图标 “NICGuide ”，运行软件。

第一步，查看室外地图并寻找附近已标记的室内区域，点击其标记图标，进入登录界面。

第二步，进入登录界面。若为管理员，可输入特定匹配的帐号密码，可选“记住密码”，点击“登录”按钮；

若为游客，直接点击“游客登录”。

第三步，进入管理员界面，采用拖拽标记或手动设置坐标的方式存储点位信息，并输出为二维码或写入 NFC 标签。

第四步，进入游客界面，通过手动搜索或扫描二维码或读取 NFC 标签的方式，确定目标点，自动规划路径。

3.3 运行说明

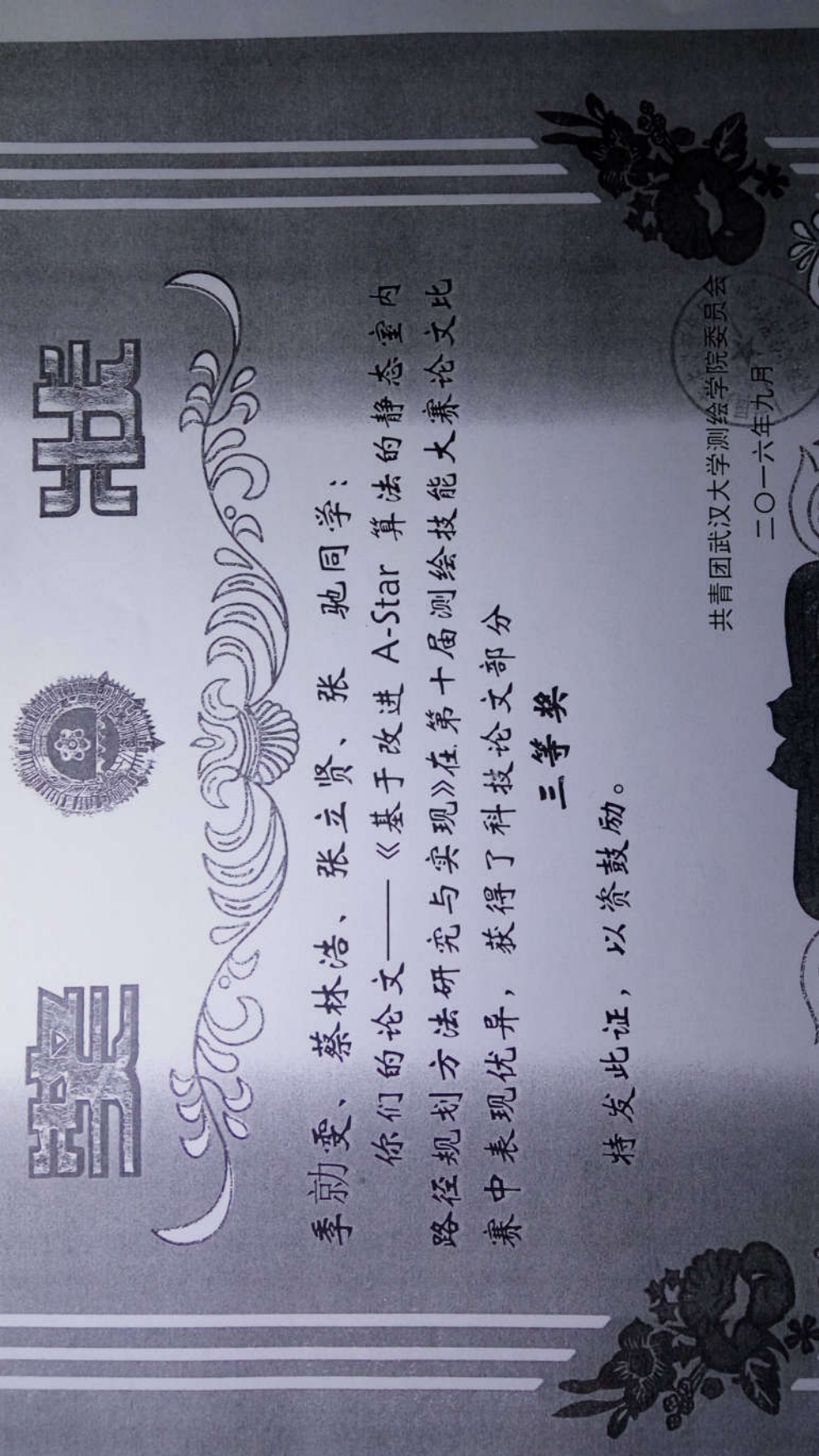
该软件首次运行时，可能会出现权限请求的弹窗，为完整的用户体验，建议允许所有权限请求。

该软件为功能测试平台，若管理员用户手动新增点位信息，则当关闭软件之后，
点位信息将无法存储，这是由于该软件尚未完成内部数据库构建。

4 软件维护过程

软件使用过程中，可能会因用户操作不当或输入数据格式错误而出现不可预料的结果，请根据错误提示自行判断或重启程序，并及时告知软件开发人员。

附件 7： 武汉大学第十一届测绘技能大赛论文板块获奖证书



附件 8： 武汉大学第十一届测绘技能大赛软件板块获奖证书

