

# 基于信令数据的轨迹分析系统

## 用户手册

Version 1.50b

中山大学  
2019-1-17

# 目录

1 综述.....	3
1.1 编写目的.....	3
1.2 系统概述.....	3
1.3 面向对象设计 .....	3
1.4 系统运行环境.....	4
1.5 系统语言 .....	4
2 系统配置 .....	6
2.1 系统安装.....	6
2.2 数据组织 .....	6
3 系统基本操作 .....	7
3.1 主界面.....	7
3.2 参数设置 .....	9
3.3 数据处理 .....	10
3.4 结果保存 .....	11
3.4.1 输出设置.....	11
3.4.2 输出结果.....	13
3.5 结果可视化 .....	14
3.5.1 可视化地图界面.....	14
3.5.2 信息栏 .....	14
3.6 结果重载 .....	18
3.7 关于作者 .....	19
3.8 退出软件 .....	19
4 总结 .....	20

# 1 综述

## 1.1 编写目的

随着移动设备的普及，手机用户日益增加，手机信令数据作为空间大数据也越来越受关注，该类数据在城市规划、交通规划、城市研究等领域已经发挥出重要作用。

软件《基于信令数据的轨迹分析系统》能够帮助用户简易、快速、高效地对手机信令数据进行处理与分析。该软件提供简易直观的图形界面，帮助用户将原始的手机信令数据还原为手机用户的移动轨迹，并识别出手机用户的住所及工作地，分析结果可以导出为通用的矢量数据文件，以便用户使用其他地理信息系统进行进一步分析。

为了帮助用户更好的使用该软件，特编写此用户手册。

## 1.2 系统概述

《基于信令数据的轨迹分析系统》主要包含四大核心功能模块，分别是数据读写模块、职住点识别模块、以及数据可视化模块。

数据读写模块使用 Windows 系统内存映射技术进行读取，读取速度快。使用开源地理信息库 GDAL 进行简单快捷地生成通用的矢量数据文件，以便用户使用其他地理信息系统进行进一步分析。同时提供结果重载模块，可以将用户以往处理的结果快速重新载入，以便再一次可视化分析。

轨迹还原模块基于面向对象程序设计思想，主要使用 C++11 标准库进行编写，可以清晰有条理地管理轨迹数据。并提供一种从手机信令数据快速还原用户轨迹的算法，高效提取出用户停驻点，还原轨迹。

职住点识别模块提供一种基于决策树的高效快速的算法对轨迹停驻点进行模式识别，可以有效地识别出职住点。

数据可视化模块使用开源计算机图形库 OpenGL 进行编写，可以将处理结果可视化。

系统的主要功能模块设计如图 1 所示。

系统的图形界面使用跨平台开源库 Qt 进行编写，图形界面经过精心设计，界面精美直观，易于操作，交互体验佳。

本系统本着实用性、可扩展和可维护性、安全可靠性以及操作界面友好的基本设计原则，以 Qt 作为可视化框架，采用 Visual Studio 2017 和 Qt Creator 4.6.2 开发软件作为平台，利用 C++ 面向对象的模块化结构和风格进行开发。

## 1.3 面向对象设计

系统使用面向对象程序设计思想进行设计，UML 设计图如图 2 所示。

核心模块包括了 CDataSet、CTraj、CBase、CStay 共 4 个类，以及 CoordXY、hashFun、StaticPara 共 3 个辅助结构体。此外，可视化部分包括了 MainWindow、Setting、Save、

Display 共 4 个重载自 Qt 库的窗口类,用于可视化图形的 OGLWidget 类及传参用的 Para\_Set 结构体。

## 1.4 系统运行环境

实现平台：

1. 硬件平台：PC 机
2. 软件平台：Windows 7 / Windows 10、QT、GDAL、OpenGL、MSVC

## 1.5 系统语言

英文。支持读取中文路径和中文数据，但建议使用英文。

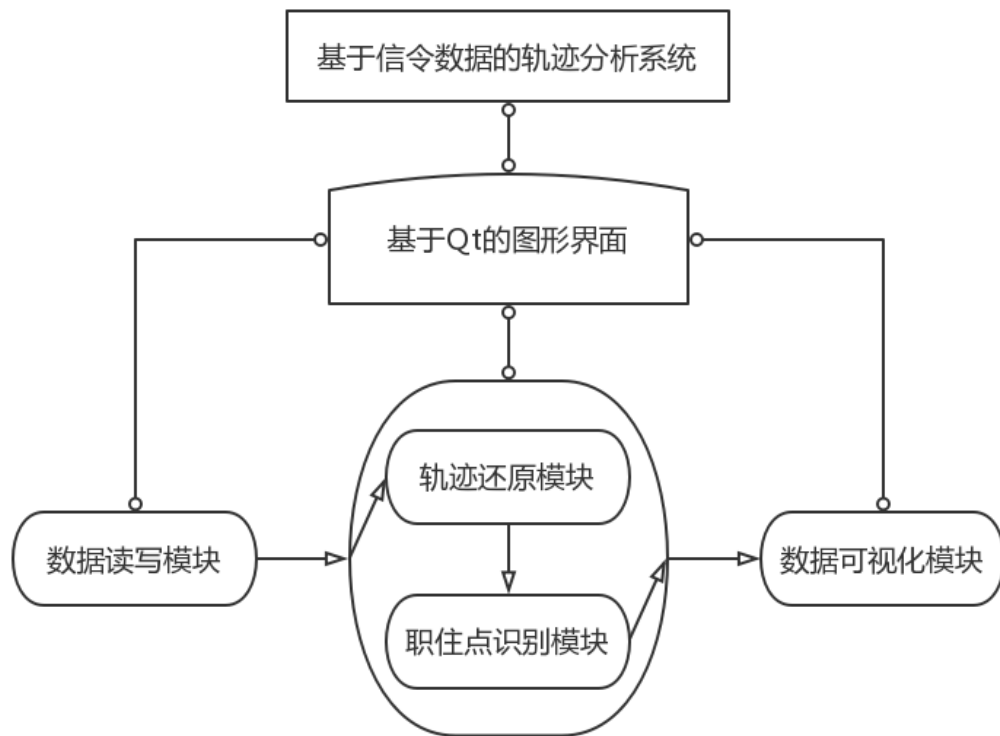


图 1-系统功能模块

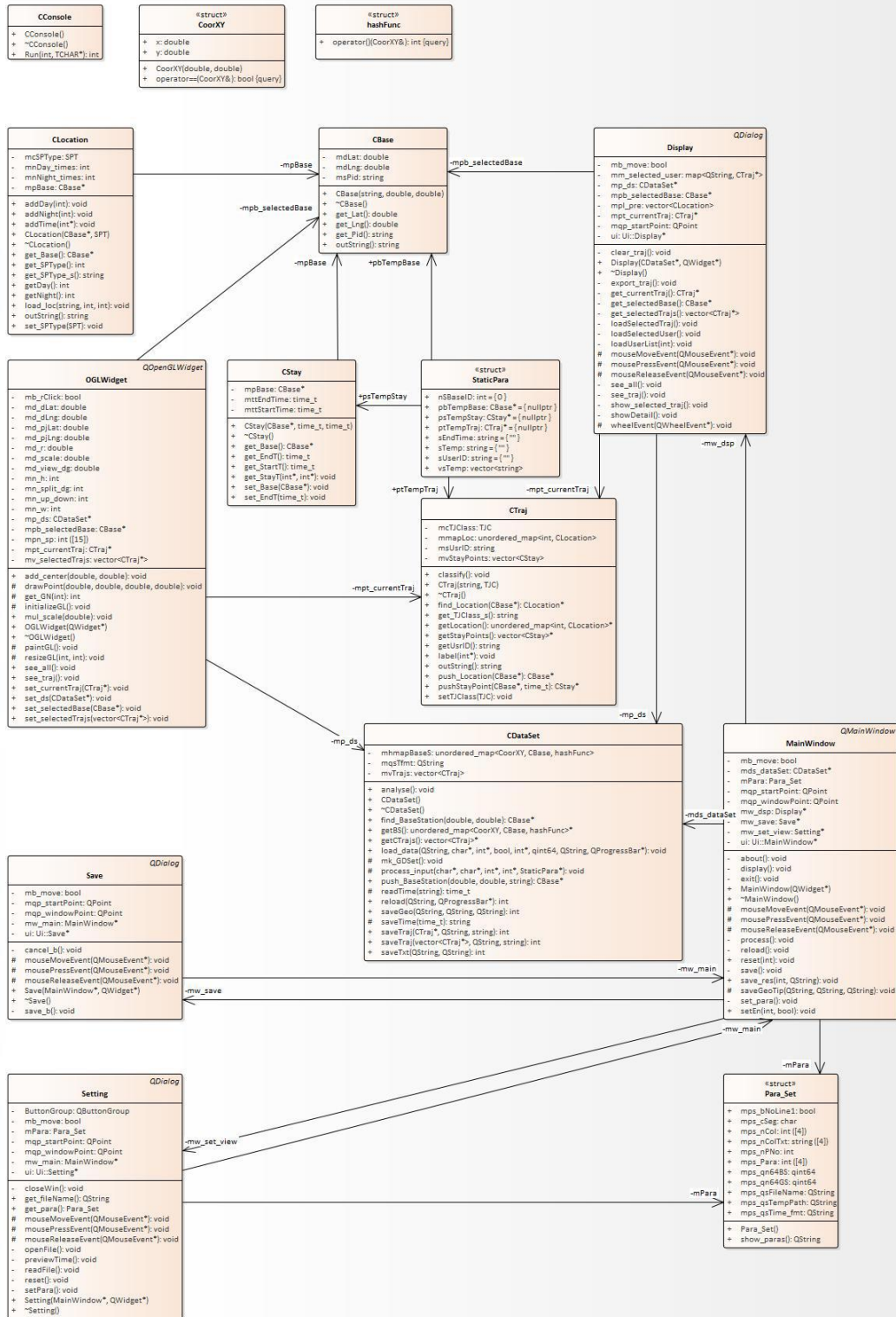


图 2-系统 UML 设计图

## 2 系统配置

### 2.1 系统安装

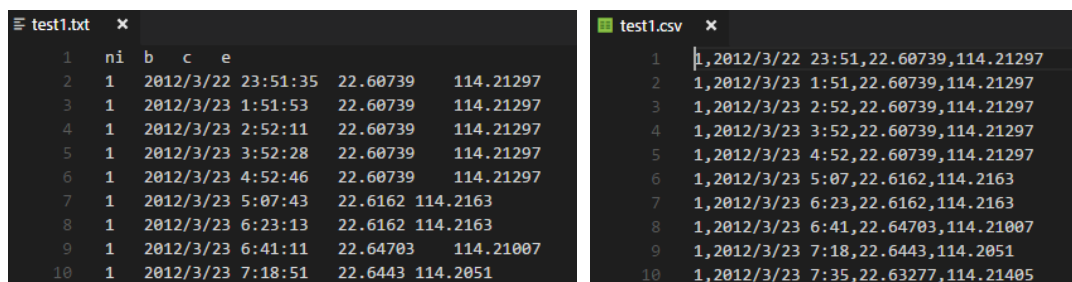
本系统解压缩后能在 Windows 平台上直接打开,无需安装或配置运行环境,简便快捷。

### 2.2 数据组织

对于用户而言,只需要按规定格式组织输入数据,即可对手机信令数据进行分析。

输入数据应当至少包括 4 种必要的属性——用户 ID、信令记录时间、接受基站经度和纬度,其中信令记录时间要求包括日期和时间,时间至少精确到小时。用户将文件以分隔值文件的形式进行输入即可,在数据读写模块按指引设置即可。

常见的分割值文件包括逗号分隔值(.csv)文件和分隔符分隔值(.txt)文件,文件可以包含标题行,但需注意文件的分割值不应该有引号,且不建议使用值包含的字符作为分隔字符。示例文件如图 3 所示,或参考软件附带的数据样例("./example/data/test1.txt")。



	ni	b	c	e
1	1	2012/3/22 23:51:35	22.60739	114.21297
2	1	2012/3/23 1:51:53	22.60739	114.21297
3	1	2012/3/23 2:52:11	22.60739	114.21297
4	1	2012/3/23 3:52:28	22.60739	114.21297
5	1	2012/3/23 4:52:46	22.60739	114.21297
6	1	2012/3/23 5:07:43	22.6162	114.2163
7	1	2012/3/23 6:23:13	22.6162	114.2163
8	1	2012/3/23 6:41:11	22.64703	114.21007
9	1	2012/3/23 7:18:51	22.6443	114.2051
10	1	2012/3/23 7:35:22	22.63277	114.21405

图 3 示例数据 (左图: 带标题行的分隔符分隔值文件; 右图: 不带标题行的逗号分隔值文件)

对于本软件一次无法处理过大的数据,建议一次处理的数据不要超过 1 千万条,预计下一版本会修复该问题。

## 3 系统基本操作

### 3.1 主界面

本节以深圳市为例，按照第二章的数据组织方法，演示基于信令数据的轨迹分析系统的主要功能。

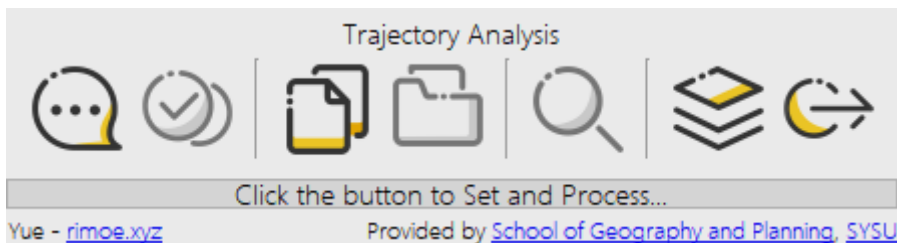


图 4 系统主界面

首先双击系统运行图标 (Traj\_Anls.exe)，出现如图 4 所示的系统主界面。该界面为半透明效果，初始位置为屏幕中央，左键点击窗口不放可以拖动窗口到用户需要的位置。该界面为系统主菜单，包括标题栏、菜单栏、进度条和作者信息栏。

标题栏用于显示本软件名 (Trajectory Analysis)。

菜单栏包括参数设置按钮、数据处理按钮、结果重载按钮、结果导出按钮、结果可视化按钮、作者相关按钮及退出按钮共 7 个菜单按钮，鼠标在按钮上悬停时可以显示按钮功能提示。初始化状态时有部分按钮不可使用，这些按钮在生成或载入数据结果后方可点击，各菜单按钮的名称及功能如表 1 所示。

进度条用于显示当前处理进度。

作者信息栏包括作者信息及相关链接。

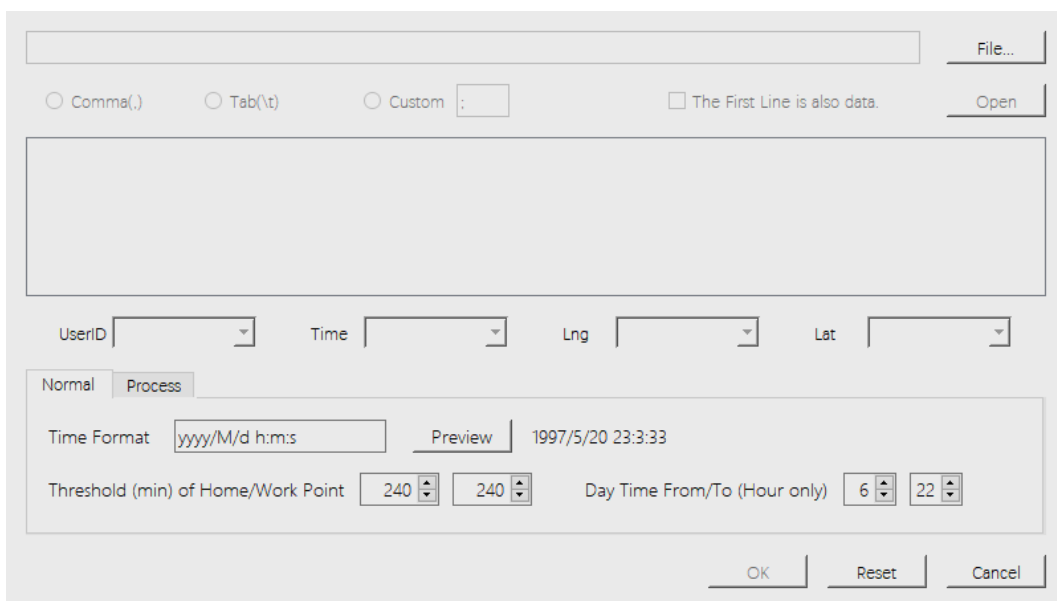


图 5 参数设置面板

功能模块	图标	按钮名称	悬停提示	功能说明
数据处理		参数设置按钮	Setting Parameter.	打开参数设置面板, 设置文件路径及参数、算法参数、处理参数等。
		数据处理按钮	Start Processing.	开始进行轨迹还原及模式识别。
结果输入输出		结果重载按钮	Reload Result.	重载之前处理的结果。
		结果导出按钮	Save Result.	导出处理结果。
数据可视化		结果可视化按钮	Result Visualization	打开可视化面板, 可对结果进行可视化分析。
其他		作者相关按钮	About Author.	查看作者相关信息及帮助文档。
		退出程序按钮	Exit Program.	退出程序。

表 1 菜单按钮图标及功能



## 3.2 参数设置

点击参数设置按钮，打开参数设置面板（如图 5 所示）。

设置文件参数，点击“File...”按钮，选择文件后，选择分割符，若无表头（标题行），在“The First Line is also data.”选项前打勾，然后点击“Open”按钮。

此时可以预览原始数据，如图 6 所示。

通过下拉框指定用于表示用户 ID、信令接受时间、基站经纬度等含义的数据列。

“Normal”标签下的选项可以设定时间格式及算法参数。时间格式可以参考 Qt 官方文档 <https://doc.qt.io/qt-5/qdatetime.html#toString-2>。点击 Preview 按钮可以预览格式化的时间示例。“Process”标签下的选项用于设置并行处理及临时文件等参数，该功能将在下一版本提供。

点击“OK”确定以改变设置，点击“Cancel”取消关闭当前面板。

点击“Reset”还原初始化设置，注意该按钮会删除当前已运行的结果。

The dialog box for data parameter settings includes the following components:

- File Selection:** A text field showing the file path `C:/Users/Yue/Desktop/x86/example/data/test1.txt` and a `File...` button.
- Delimiter:** Radio buttons for `Comma(,)`, `Tab(\t)` (selected), and `Custom` with an adjacent input field.
- First Line:** A checkbox labeled `The First Line is also data.` and an `Open` button.
- Preview Table:** A table with 5 columns: `userid`, `time`, `lat`, `lng`, and an empty column. It contains 3 rows of data.
- Column Mapping:** Four dropdown menus labeled `UserID`, `Time`, `Lng`, and `Lat`, each with a corresponding column name selected.
- Normal Tab:** A section with a `Time Format` input field set to `yyyy/M/d h:m:s`, a `Preview` button, and a preview time `1997/5/20 23:33`.
- Thresholds:** Two spinners for `Threshold (min) of Home/Work Point` set to `240`, and two spinners for `Day Time From/To (Hour only)` set to `6` and `22`.
- Buttons:** `OK`, `Reset`, and `Cancel` buttons at the bottom.

	userid	time	lat	lng	
1	1	2012/3/22 23:51:35	22.60739	114.21297	
2	1	2012/3/23 1:51:53	22.60739	114.21297	
3	1	2012/3/23 2:52:11	22.60739	114.21297	

图 6 数据参数设置

点击“OK”后，弹出如图 7 所示对话框，表示当前参数已经设置完成，点击“OK”后，主面板的数据处理按钮激活，即可开始进行数据处理。

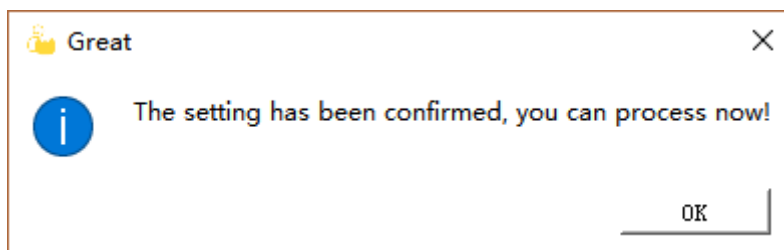


图 7 参数设置完成提示框

### 3.3 数据处理

主面板的数据处理按钮激活后，点击数据处理按钮，弹出如图 8 的处理前确认提示。

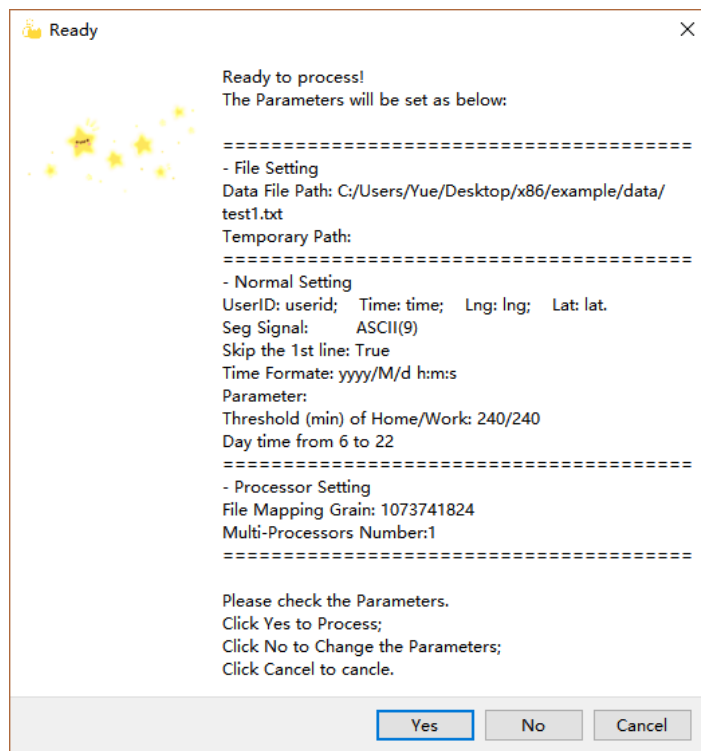


图 8 处理前确认提示框

确认参数无误后，点击“Yes”开始处理，点击“No”返回参数设置面板更改参数，点击“Cancel”取消数据处理。

点击“Yes”后，主面板进度条会显示当前进度，如图 9 所示。弹出如图 10 的提示框即表示运行成功，完成后数据处理按钮变为不可用状态，同时激活结果保存按钮和结果可视化按钮，如图 11 所示。

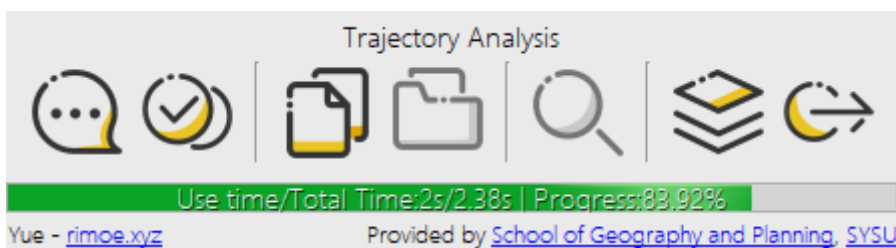


图 9 处理过程中进度条提示效果

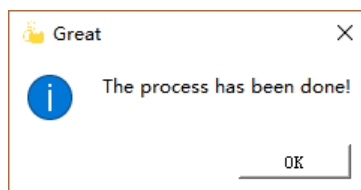


图 10 处理完成提示框

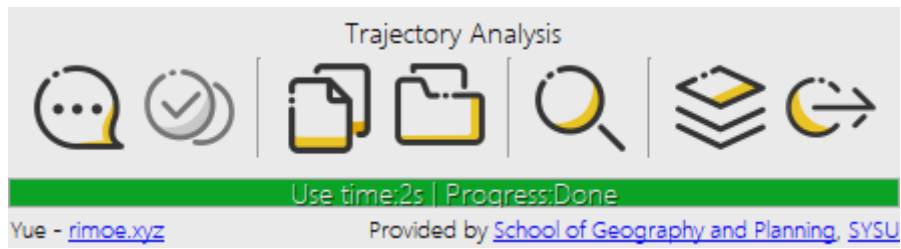


图 11 处理完成后主面板

## 3.4 结果保存

### 3.4.1 输出设置

如图 12 所示，点击结果导出按钮，弹出结果导出面板，勾选需要导出的文件类型，设置保存名称。

仿真过程每执行 1 秒，仿真视图刷新一次，更新视图内所有车辆的位置及运动状态。

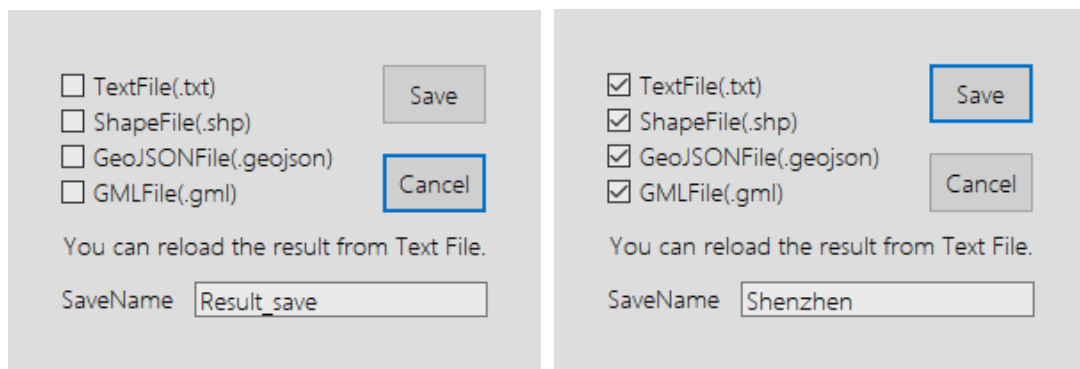


图 12 结果导出面板（左图：初始面板；右图：完成输出设置）

点击“Cancel”可以取消，点击“Save”后弹出如图 13 的保存路径对话框，选择保存路径。

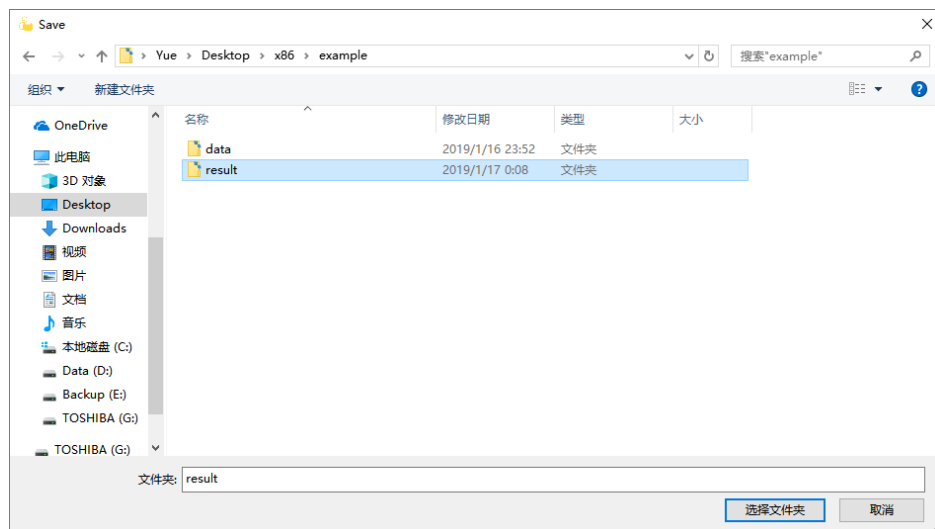


图 13 保存路径对话框

选择路径后弹出如图 14 的保存提示框，当出现如图 15 的提示表面导出成功，若保存失败会有相应的异常提示。注意：如需要使用结果重载功能，必须导出文本文件。

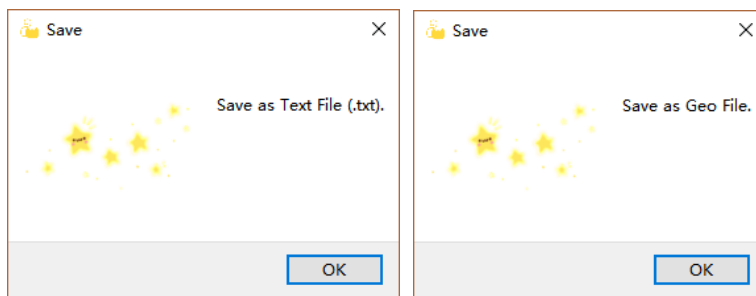


图 14 保存提示对话框

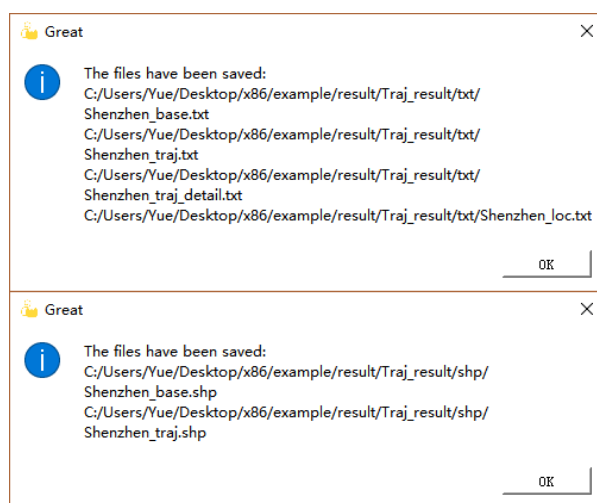


图 15 保存成功提示对话框

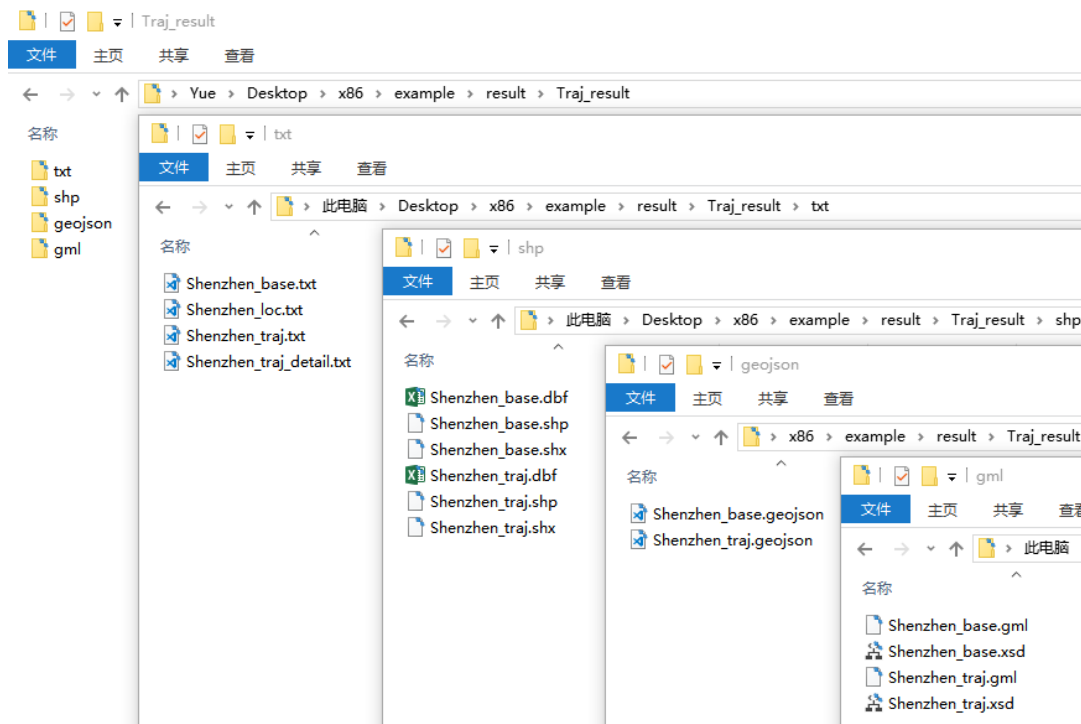


图 16 导出文件一览

### 3.4.2 输出结果

导出文件如图 16 所示, 如图 17 使用 VSCode 查看 txt 文件, 如图 18 使用 QGIS 查看导出矢量文件。

Shenzhen\_base.txt

	BasePID	Lng	Lat
1	152	114.179830	22.628140
2	9096	114.137300	22.571300
3	49266	114.195680	22.656180
4	0	114.212970	22.607390
5	160	114.029220	22.675470
6	21388	113.995850	22.525700
7	27810	114.095160	22.731340
8	986	114.046510	22.524260
9	5549	114.235000	22.731400

Shenzhen\_loc.txt

	User_ID	BasePID	Type	DayTime(min)	NightTime(min)
1	1	6	+	23	0
2	1	4	+	113	0
3	1	0	H	503	308
4	1	1	+	56	91
5	1	2	+	27	0
6	1	3	+	26	0
7	1	8	+	23	0
8	1	7	+	26	0
9	1	10	+	37	0

Shenzhen\_traj.txt

1:	H0	-	+1	-	+2	-	+3	-	+4	-	+1	-	+6	-	+7	-	+8	-	+4	-	+10	-	+11	-	H0	-	+13	-	+11	-	H0	-	END
3a:	H0	-	+13	-	+4	-	W10	-	+4	-	W10	-	+4	-	+11	-	H0	-	END														
4:	+0	-	H11	-	+0	-	H11	-	W29	-	END																						
5:	H0	-	END																														
6:	H11	-	+32	-	H11	-	+32	-	H11	-	+32	-	H11	-	END																		
7:	H0	-	+32	-	+40	-	+41	-	+42	-	+43	-	+44	-	+45	-	+11	-	H0	-	END												
8:	+11	-	+6	-	+13	-	+6	-	H1	-	+13	-	H1	-	END																		
9:	H11	-	+0	-	H11	-	END																										
11:	+0	-	H11	-	+0	-	H11	-	+0	-	H11	-	END																				
12:	H0	-	+6	-	W11	-	H0	-	W11	-	H0	-	W11	-	H0	-	+6	-	W11	-	H0	-	END										

Shenzhen\_traj\_detail.txt

	User_ID	BasePID	StartTime	EndTime	Lng	Lat
1	1	0	2012-03-22 23:51:35	2012-03-23 05:00:15	114.212970	22.607390
2	1	1	2012-03-23 05:00:15	2012-03-23 06:32:12	114.216300	22.616200
3	1	2	2012-03-23 06:32:12	2012-03-23 07:00:01	114.210070	22.647030
4	1	3	2012-03-23 07:00:01	2012-03-23 07:26:57	114.205100	22.644300
5	1	4	2012-03-23 07:26:57	2012-03-23 08:17:17	114.214050	22.632770
6	1	1	2012-03-23 08:17:17	2012-03-23 09:14:16	114.216300	22.616200
7	1	6	2012-03-23 09:14:16	2012-03-23 09:38:08	114.217910	22.616990
8	1	7	2012-03-23 09:38:08	2012-03-23 10:04:16	114.224000	22.637970
9	1	8	2012-03-23 10:04:16	2012-03-23 10:27:22	114.218920	22.633640

图 17 导出 txt 文件示例

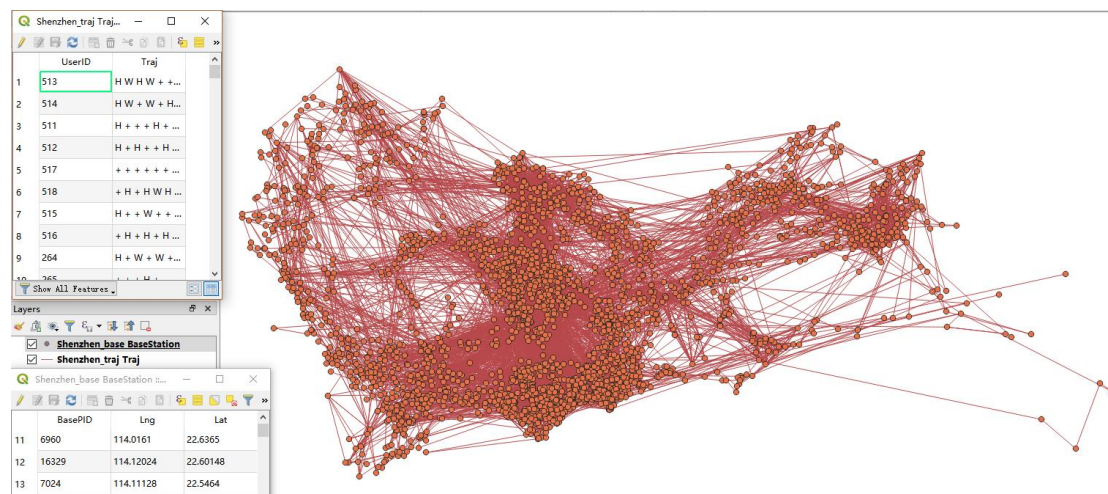


图 18 导出 geojson 文件示例

## 3.5 结果可视化

点击结果可视化按钮，弹出如图 19 所示的可视化面板，左边为可视化地图界面，显示基站及用户轨迹的空间位置，右边为信息栏，显示轨迹与基站的具体信息，并包括了若干工具按钮。

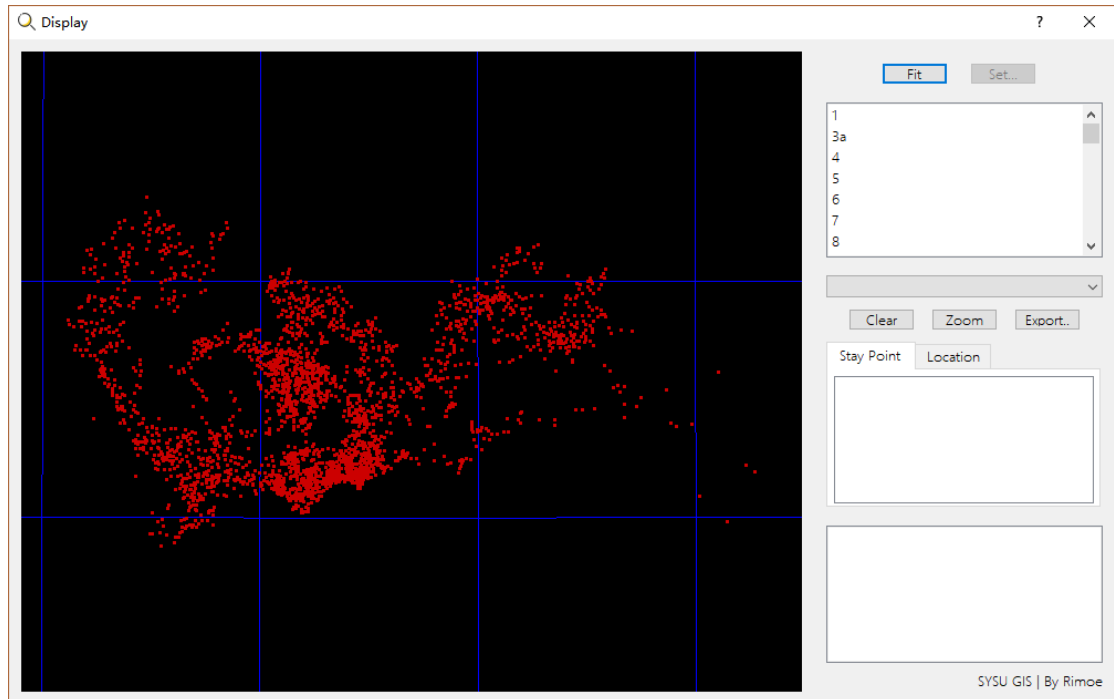


图 19 可视化面板

### 3.5.1 可视化地图界面

如图 19，左侧为可视化地图界面，该功能基于 OpenGL 实现，地图投影为方位投影。鼠标在地图界面上方是可以调整投影中心和视点位置。滚动滑轮可以调整比例尺大小，按住鼠标右键拖动可以改变地图中心点，经纬格网大小自动适应当前比例尺。

调整窗口大小会自动调整可视化地图界面的大小，显示内容也会自动适应。

### 3.5.2 信息栏

如图 20，右侧为信息栏，包括了部分可操作工具。

点击右边信息栏中的“Fit”按钮，会自动适应显示全局基站。

第一个列表为用户列表，显示当前数据集的部分轨迹的用户 ID，单击对应用户 ID 选择或取消选择该轨迹。选中的轨迹会以绿色折线的形式在可视化地图界面上显示，同时会加入到用户列表下方的轨迹下拉框的选项中。

在下拉框中选中感兴趣的轨迹，该轨迹会在可视化地图界面中以青色高亮显示，途经基

站也高亮为紫色。同时第二个列表（轨迹停驻点列表或用户位置点列表）会显示当前轨迹途径的停驻点，单击可以选中感兴趣的停驻点，选中的停驻点在可视化地图界面会以黄色高亮显示。如图 21，切换列表上方的标签至“Location”，列表则会显示用户的位置点。

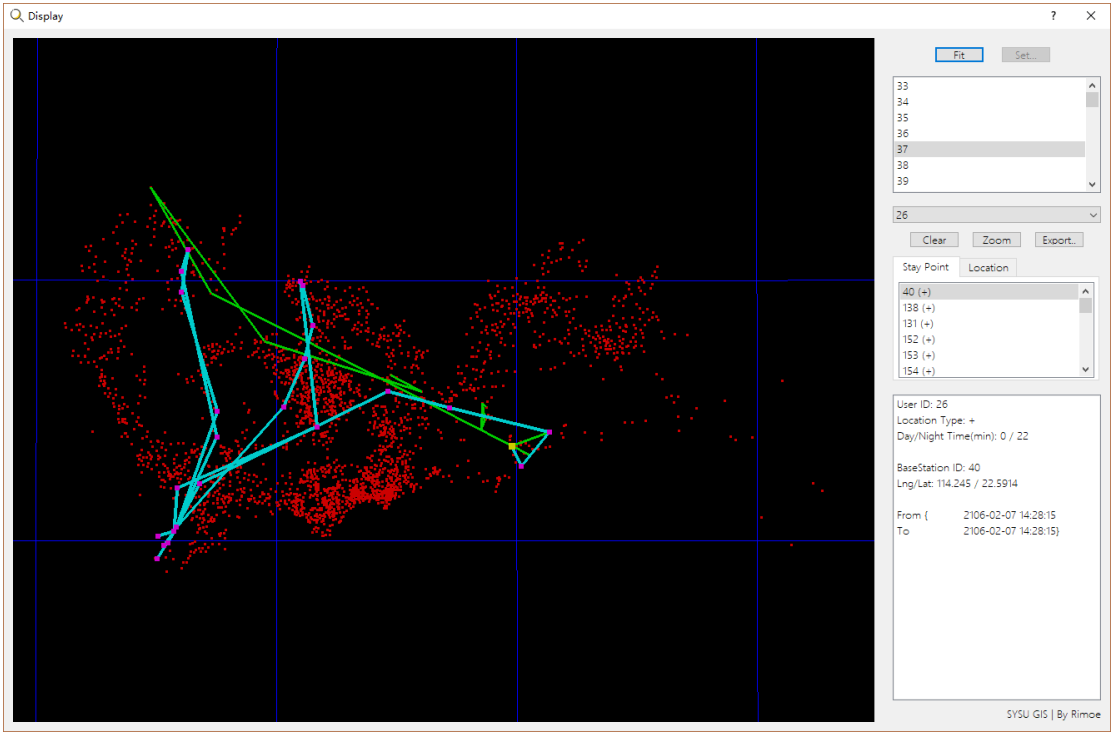


图 20 显示轨迹

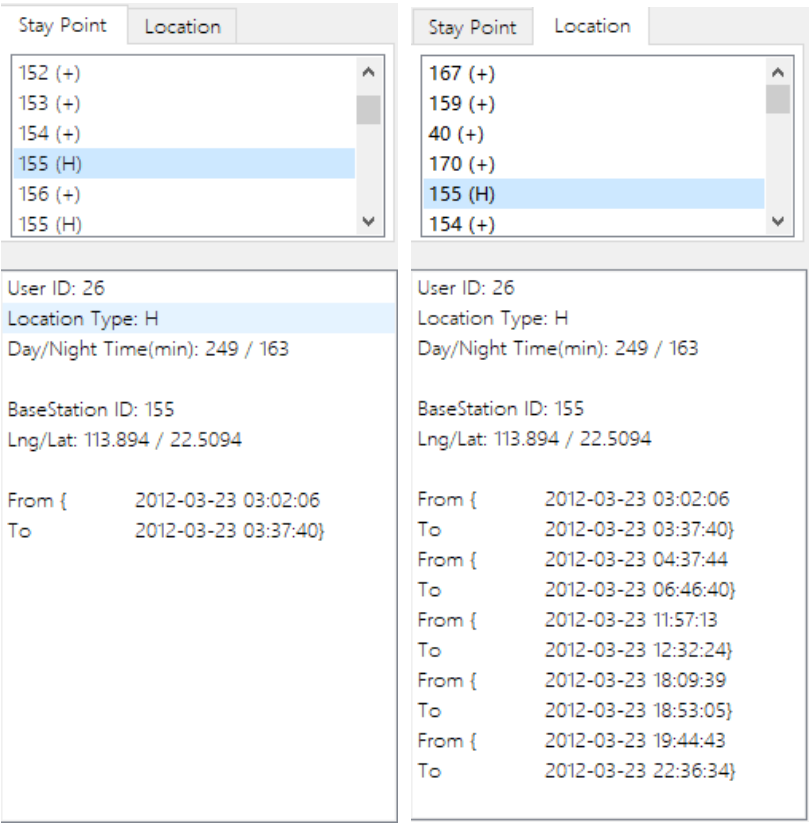


图 21 基站点详细信息显示（左图：Stay Point；右图：Location）

此处停驻点“Stay Point”指用户在持续某个时段都处于某一基站，该时段该基站的停驻记录称为一个停驻点。用户位置“Location”则表示用户在研究时间段经过过的基站位置。停驻点具有时间属性，而用户位置则没有。如图 21 中 ID 为 26 的用户一天经过 155 号基站 5 次，155 号基站是一个“Location”，但每次经过 155 号基站都是一个“Stay Point”，即共有 5 个基站位置为 155 号基站的“Stay Point”。

如图 22，点击轨迹下拉框下方的“Zoom”按钮会自动缩放至当前高亮的感兴趣轨迹。

点击“Clear”按钮则清楚当前选中的轨迹，恢复至图 19 的状态。

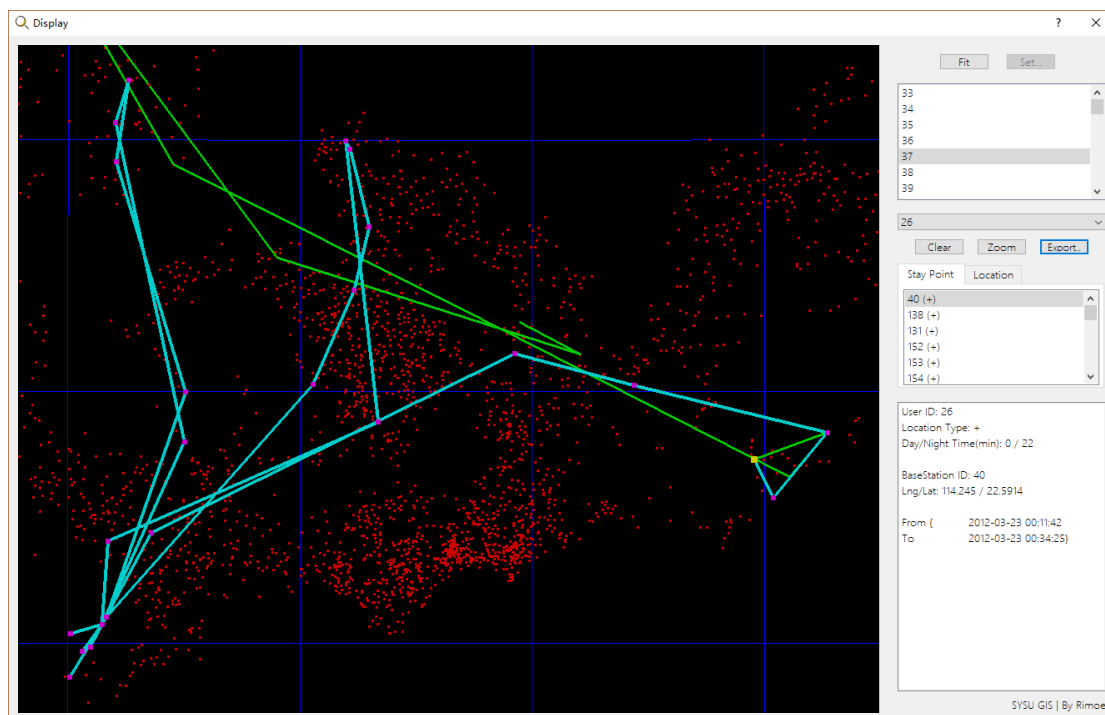


图 22 缩放至当前轨迹

点击“Export...”按钮弹出如图 23 所示对话框，可以保存当前选中的轨迹，点击“Save”保存当前高亮的感兴趣轨迹，点击“Save All”可以保存所有选中的轨迹，点击“Cancel”取消。

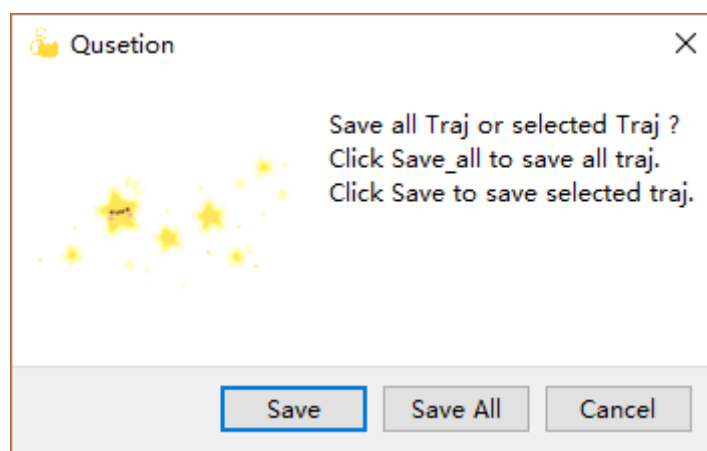


图 23 导出轨迹提示框



若选择保存，则弹出如图 24 所示的保存文件对话框，可以选择对应的保存类型，支持 GeoJson、GML、shp 格式，若文件名为其他格式，将保存为默认的 GeoJson 格式。

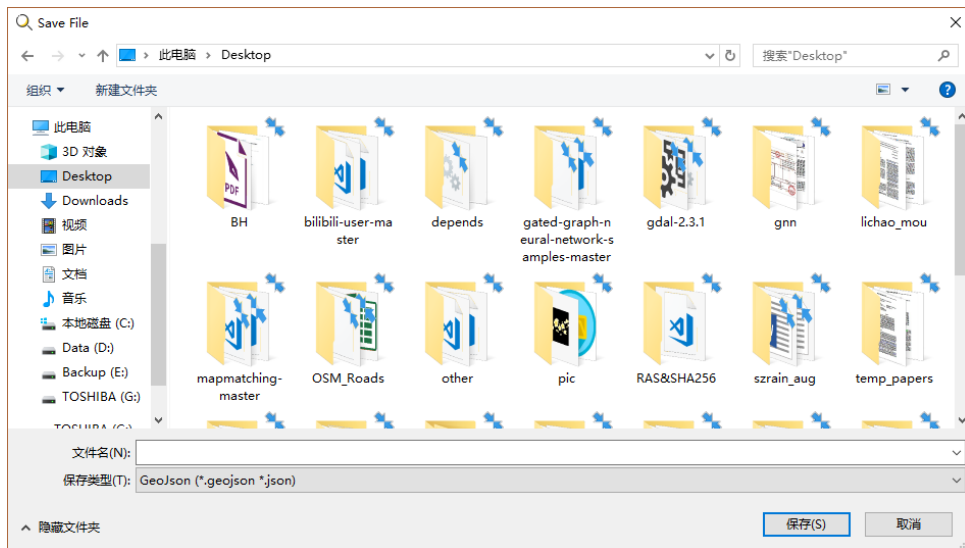


图 24 保存文件对话框

弹出如图 25 所示的提示框，表明导出成功。如图 26，可以在 QGIS 中查看导出的文件。

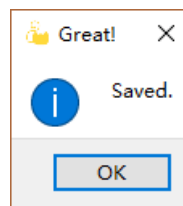


图 25 保存成功提示框

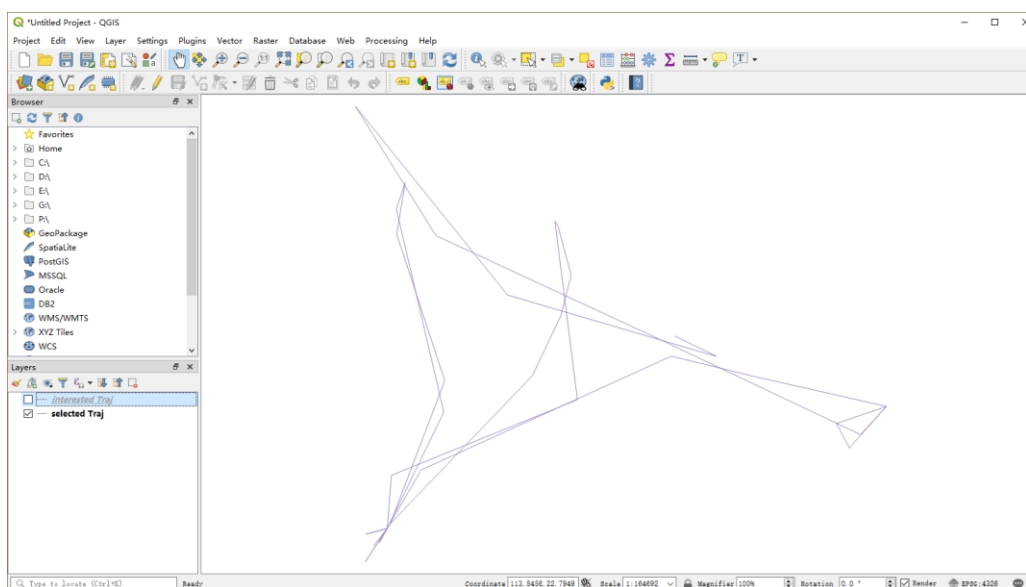


图 26 导出轨迹文件

如图 21，信息栏的第三个列表为基站点详细信息。包括了用户 ID，用户位置类型标签，日间/晚间停留时间，基站 ID，基站经度/纬度，停驻起止时间的详细信息。

### 3.6 结果重载

点击结果重载按钮，可以重载以往处理结果，注意该按钮会删除当前已处理的结果，使用前请确保当前结果已保存。

点击结果重载按钮后弹出如图 27 所示的提示对话框，重载文件时选取的文件夹下应包括 (\*\_loc.txt, \*\_traj.txt, \*\_traj\_detail.txt) 格式的 3 个文件，用户只要使用本软件导出的文本文件即可重载结果。点击“OK”即打开如图 28 的文件选择对话框。

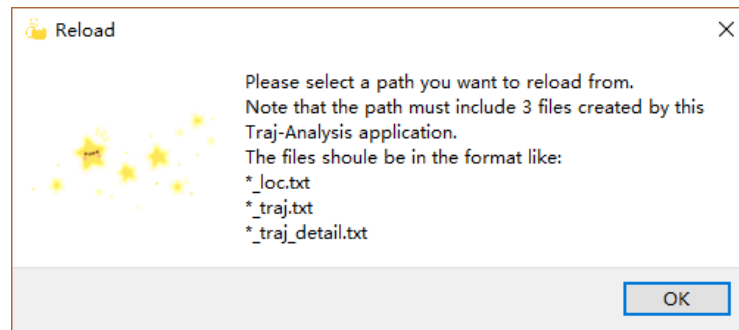


图 27 重载提示对话框

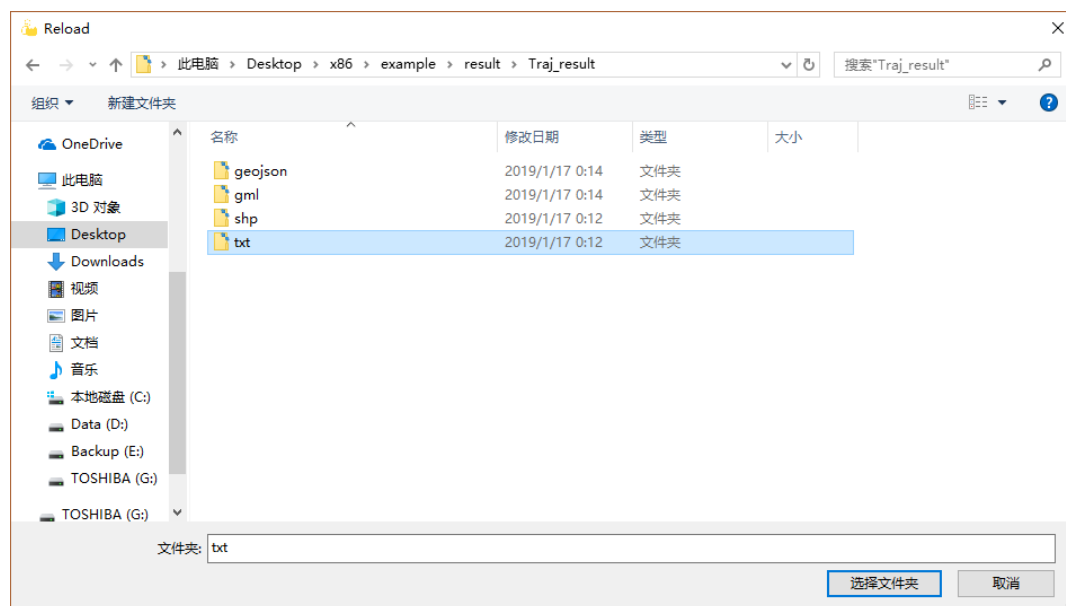


图 28 重载结果文件选择

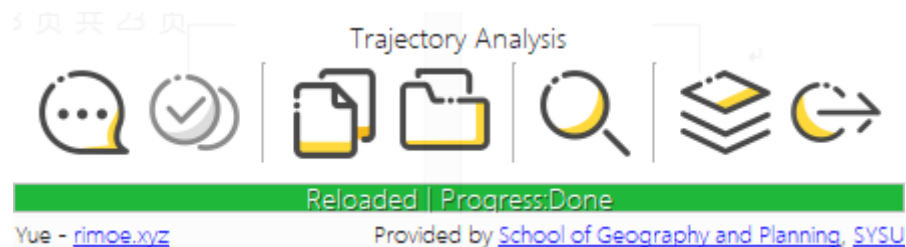


图 29 重载完成后的主界面

选择文件夹后用开始重载，此时进度条会开始滚动，重载后主界面如图 29 所示，可以进行结果导出和结果可视化分析。

### 3.7 关于作者

点击关于作者按钮，显示帮助信息和相关信息，如图 40 所示。

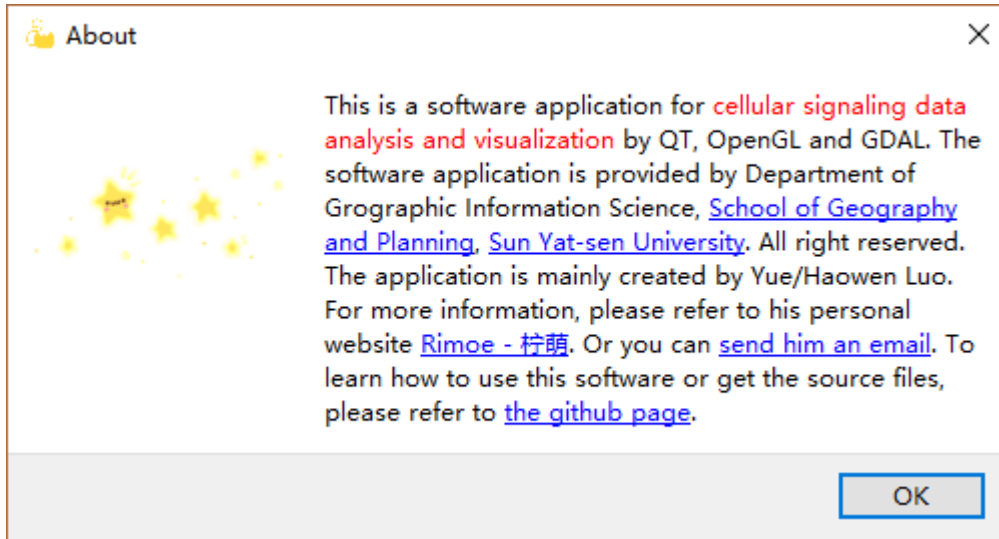


图 40 软件信息对话框

### 3.8 退出软件

点击退出程序按钮，弹出退出确认对话框，如图 41 所示。

确定结果数据已保存后，点击“Yes”退出，点击“Cancel”取消。

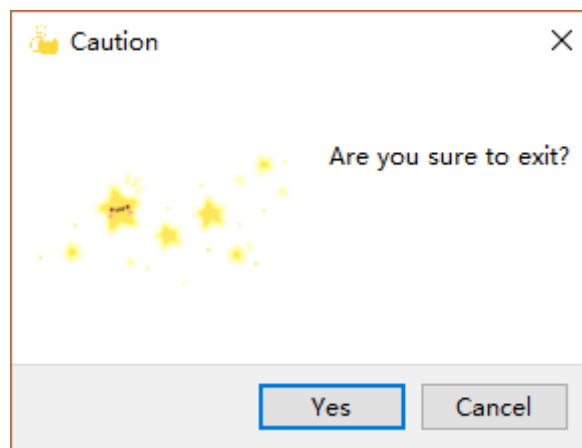


图 41 推出确认对话框

## 4 总结

《基于信令数据的轨迹分析系统》依照实用性、可扩展和可维护性、安全可靠性以及操作界面友好的基本设计原则，可视化的操作方式，界面简洁、操作方便，不仅实现了对手机信令数据的轨迹还原、职住点识别的功能，而且支持对用户轨迹的可视化分析。这对于规划、科研、移动服务运营商等单位的数据处理与分析具有极高价值，从而提高数据处理效率和利用率，为城市规划、地理研究和运营策略提供数据支持。