

GPS 定位实验

组员：王逸，罗慧铭，张恒

目录

1. 实验目的与要求

1.1 实验目的与要求

2. 实验方法

2.1 使用的软硬件

2.2 参考资料

2.3 过程方法

2.4 分析方法

3. 实验过程与分析

3.1 误差产生的可能原因概括

3.2 路线与交通方式的介绍（含路线图编号以及各路线的速度变化曲线图）

3.3 基于误差产生的可能原因分析路线图

4. 实验总结

4.1 本次实验中存在的不足

4.2 实验概况总结

5. 附录

正文

1. 实验目的与要求

1.1 实验目的与要求

使用 Android app 采集 GPS 数据，并进行数据分析，分组完成分析报告（800 字），具体要求：

- 分组完成（每组 2-3 人）；
- 采集的数据量 > 4 条以上的不同路线（覆盖步行、车辆、单车中的两种以上）；
- 导出数据文件，处理后在 Google Earth、ArcGIS、LocaSpaceViewer 等软件中按日期显示 GPS 轨迹，并截图到报告中。
- 以自己采集的数据为基础，结合地图分析 GPS 的定位精度、定位误差情况和原因分析。
- 以每 10 秒为一个时间单位，计算单位时间内的平均速度，对每条轨迹计算速度变化曲线。

2. 实验方法

2.1 使用软硬件

硬件有 oppo findx5pro 手机、iphone13pro 手机、荣耀 70 手机，用于采集数据。软件有 phyphox（手机物理工坊），用于采集数据；还有 matlab，用于分析数据和绘制数据成图；同时还有 ArcGIS10.8.1，用于绘制原始轨迹图和地理信息分析图；以及 photoshop，用于局部标绘和图片美化；以及小部分的 pycharm 编译器（python），用于文件转换和数据勘误。

2.2 参考资料

《测量学原理》、导航与定位技术课程资料，结合部分网络资料

2.3 过程方法

总体过程方法采用“审-践-比-学-析”的模式，首先我们对于实验目的和要求进行剖析，确定整体实验策略；随后，我们确定路线勘测实践细节，对于不同线路进行实际地勘测，并将数据整理归档；然后，我们对比调查不同软件特点，在三个候选项中最终选用 ArcGIS 作为我们的主要操作平台；进一步地，我们参考了有关资料对于实验有关知识进行深入学习，确定分析框架；最后，我们利用辅助软件将数据根据框架处理成为分析结果，并且汇编为实验报告。

2.4 分析方法

分析文本方法：我们根据一般化的卫星定位误差分析框架，结合实际路线情况，制定了相应分析方法，我们将卫星定位误差分析大体分为两个大部分，即与卫星信号传播有关的误差、与卫星信号接收机有关的误差，由于卫星本身的误差比较

小，而且在本次实验中难以获得，所以忽略不计。与卫星信号传播有关的误差又细分为云层、树木、建筑物等，而与卫星信号接收机有关的误差又细分为设备状态、设备性能与精度、测量软件匹配度等等。

分析图像方法：我们根据针对部分卫星数据制作了卫星数量分布图，旨在从卫星数量层面说明精确度；另外，我们的所有文本分析都是围绕各路线的分析图进行的，分析图展示了整条轨迹的多环形缓冲区分析，我们将缓冲区划分为10/20/30/50/100 米的不同区间进行描绘，方便进行误差源的距离判定，以及展示了原始轨迹离散点，可以清楚地看出轨迹点的密集程度以及中间的异常情况；此外，我们还制作了最终速度变化曲线图，我们按照任务要求中的10s为单位时间计算出每一段的平均速度并成为最终速度变化曲线图。

所有的算法都有源代码作为体现，标注在文末的附录中。

3. 实验过程与分析

3.1 误差产生的可能原因概括

卫星定位是通过地面接收设备接收卫星发射的导航定位信息来确定地面点的三维坐标。可见测量结果的误差来源于卫星、信号的传播过程和接收设备。

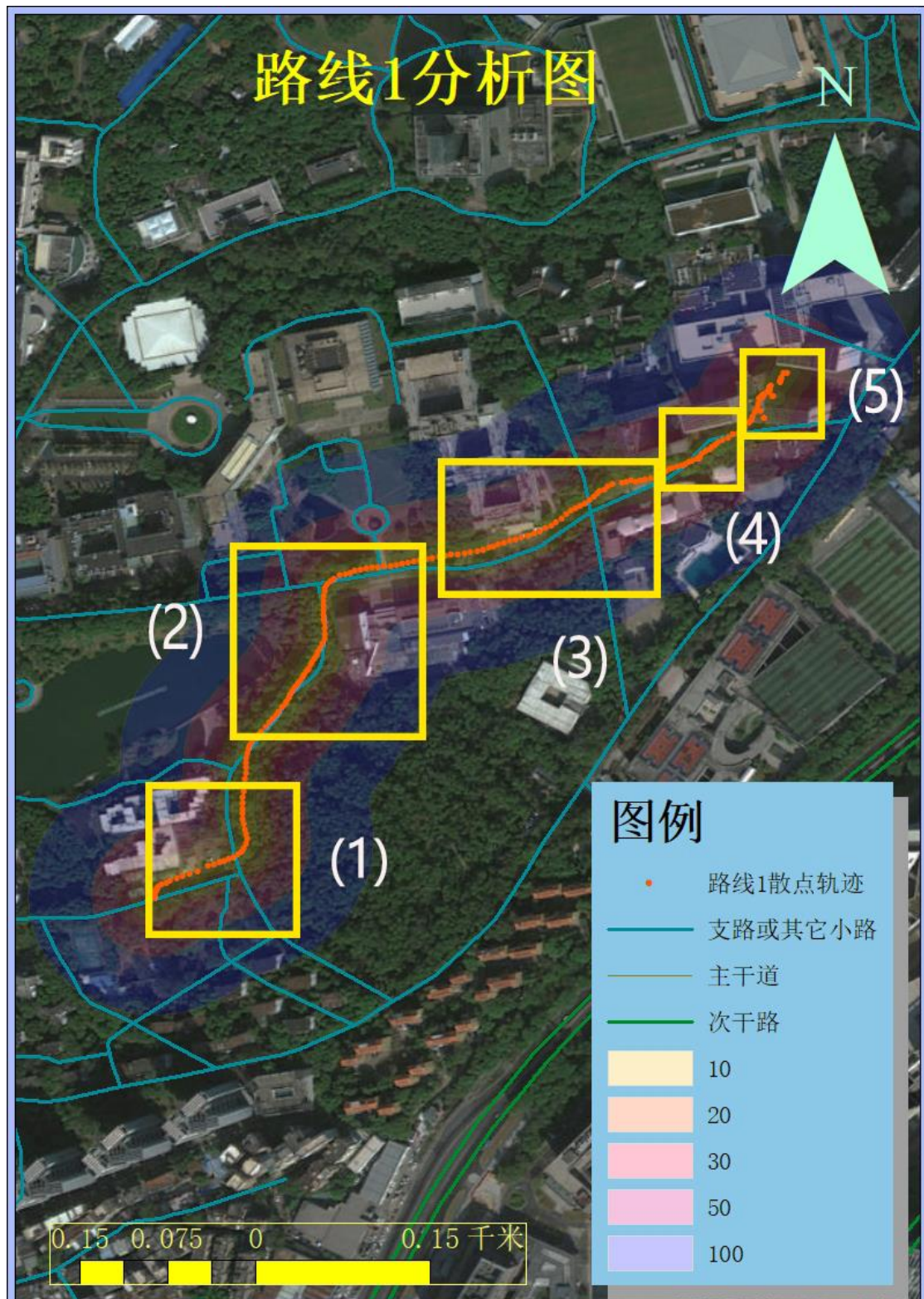
卫星定位测量误差可分为三类：

1. 与卫星有关的误差（卫星的精度）
2. 与卫星信号传播有关的误差（天气，建筑物的反射，树木的遮挡等等）
3. 与卫星信号接收机有关的误差（设备的状态、设备的性能与精度、测量软件的匹配程度等等）

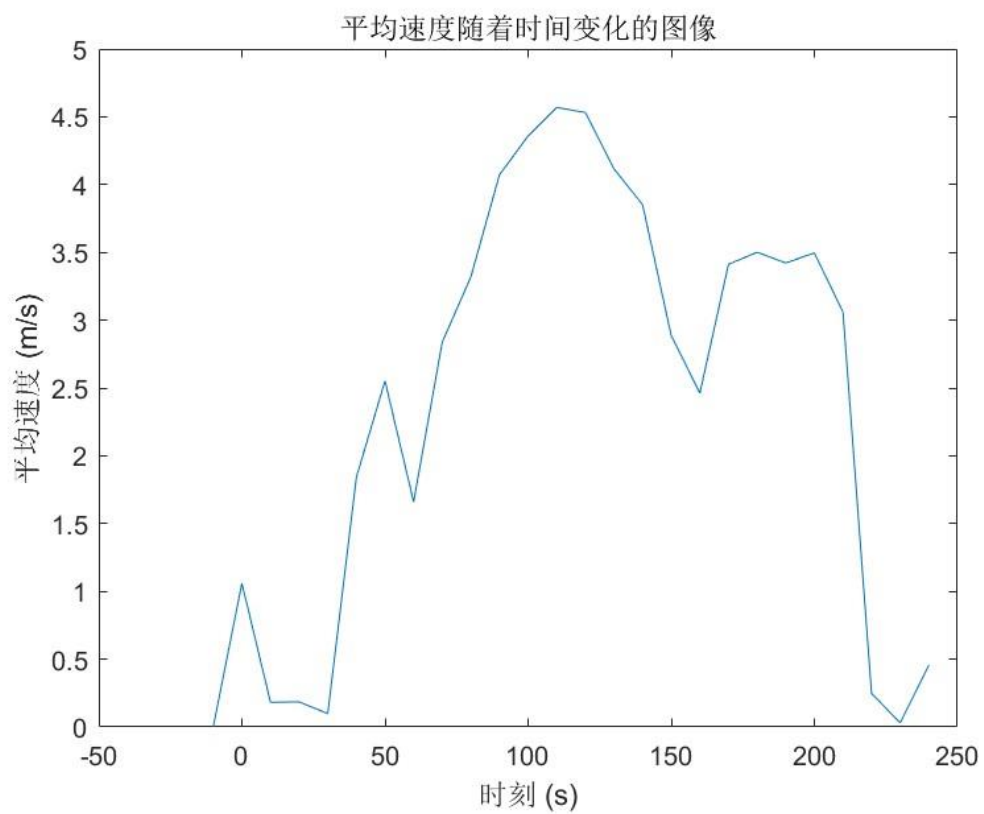
本次实验中对于误差的推断主要是从以上几个方面出发思考。

3.2 路线与交通方式的介绍（含路线图编号以及各路线的速度变化曲线图）

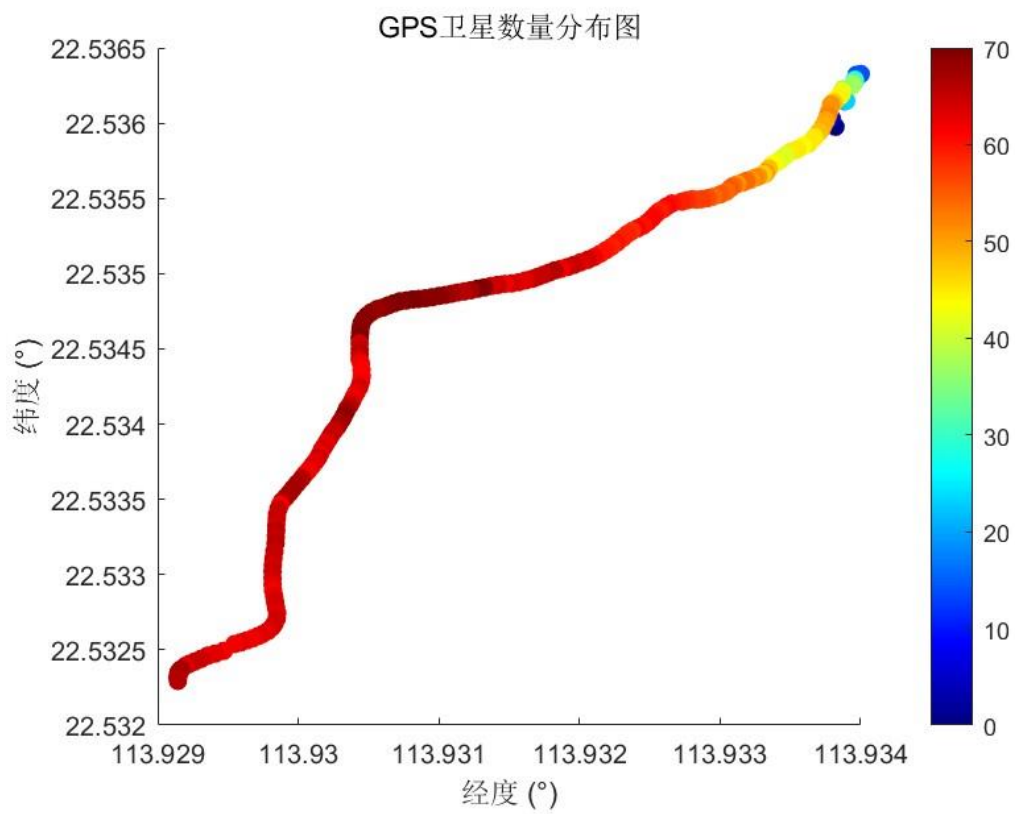
（路线 1 分析图，自行车，天气晴）



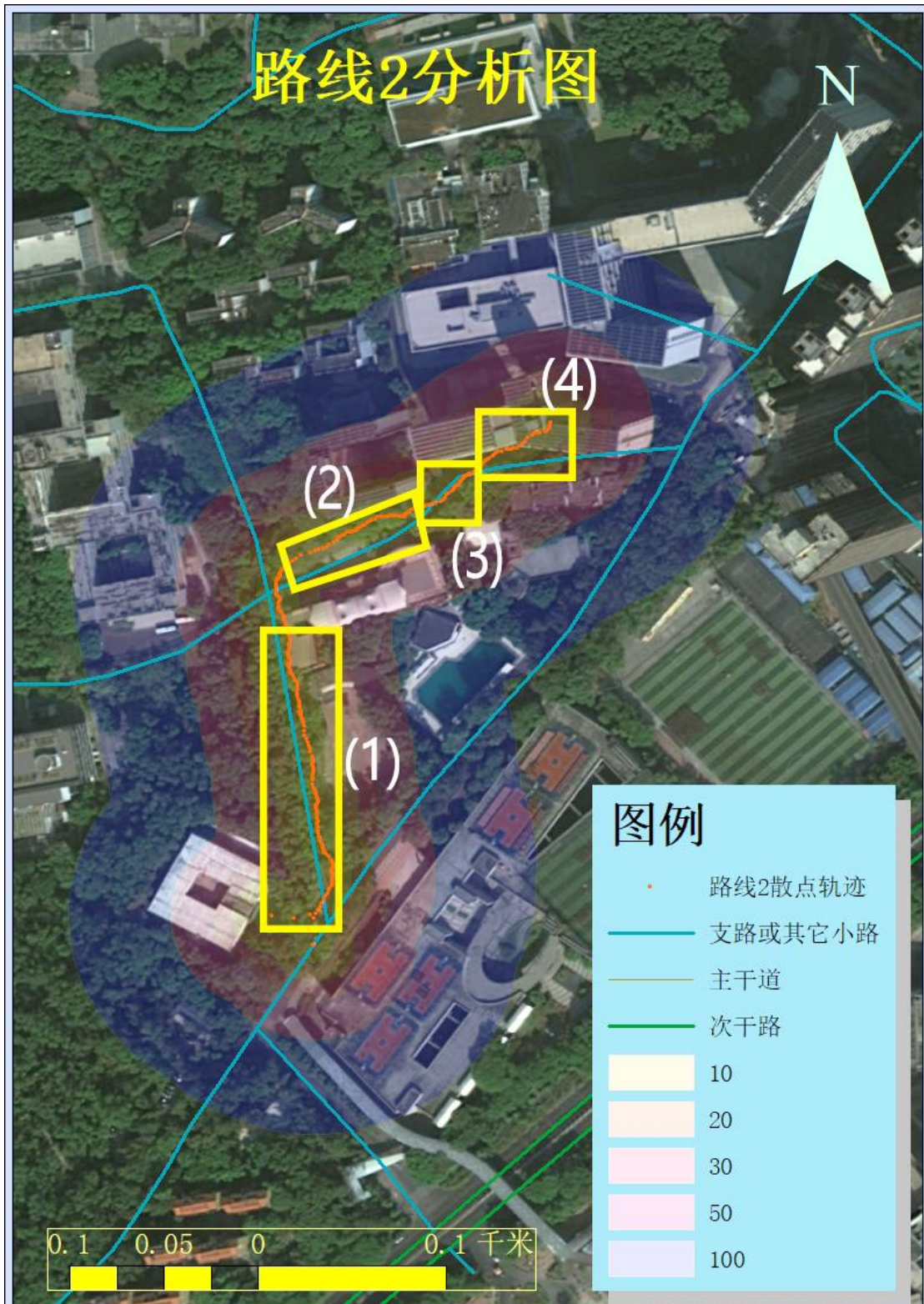
(路线 1, 速度变化曲线图, 注: 因为总时间较长, 10s 为单位的标注过于密集, 因此最终图像标注的单位为 50s, 但实际上还是以 10s 为一个时间单位进行绘制的)



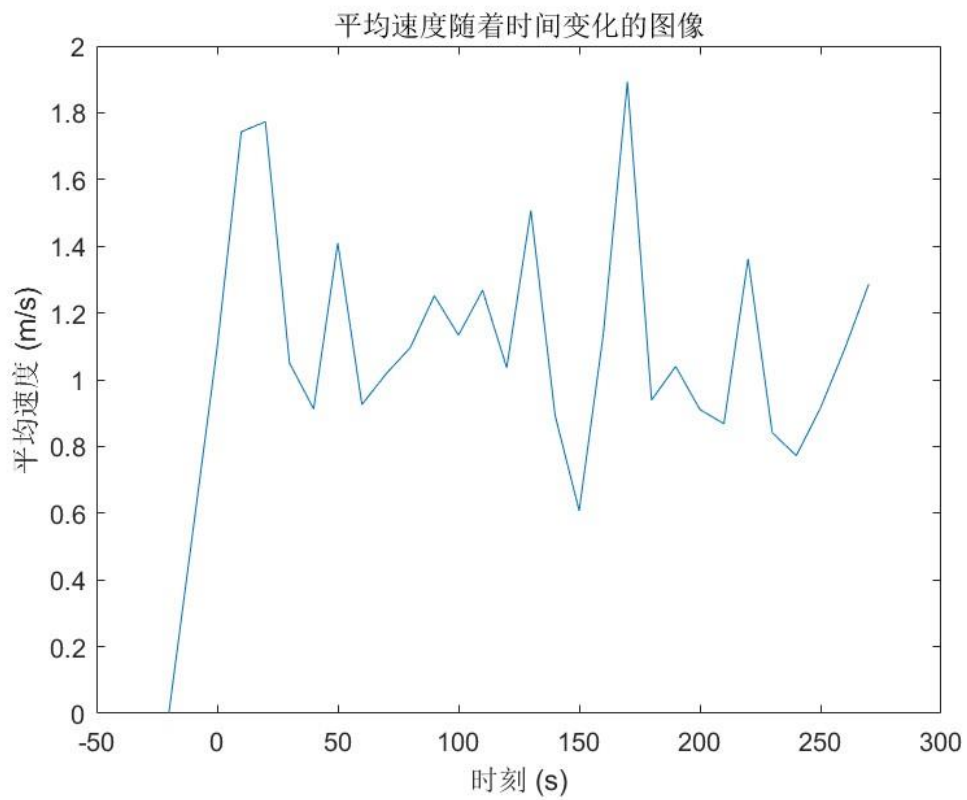
(路线 1, 卫星数量图)



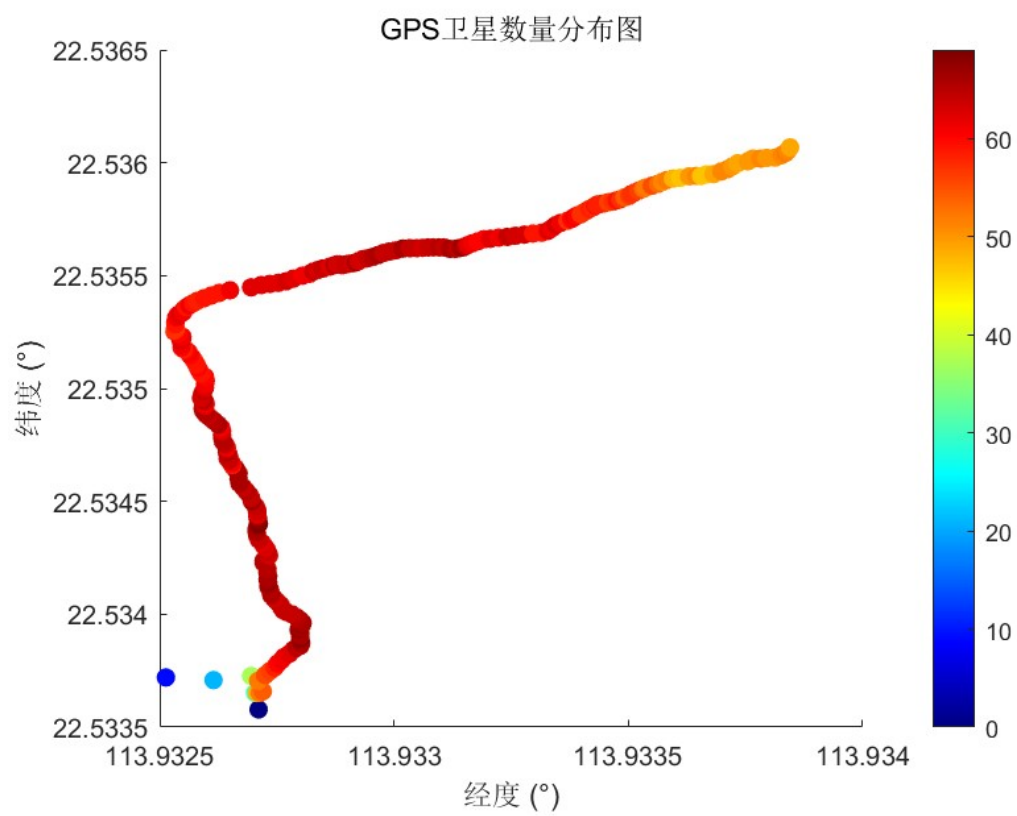
(路线 2 分析图, 步行, 天气晴)



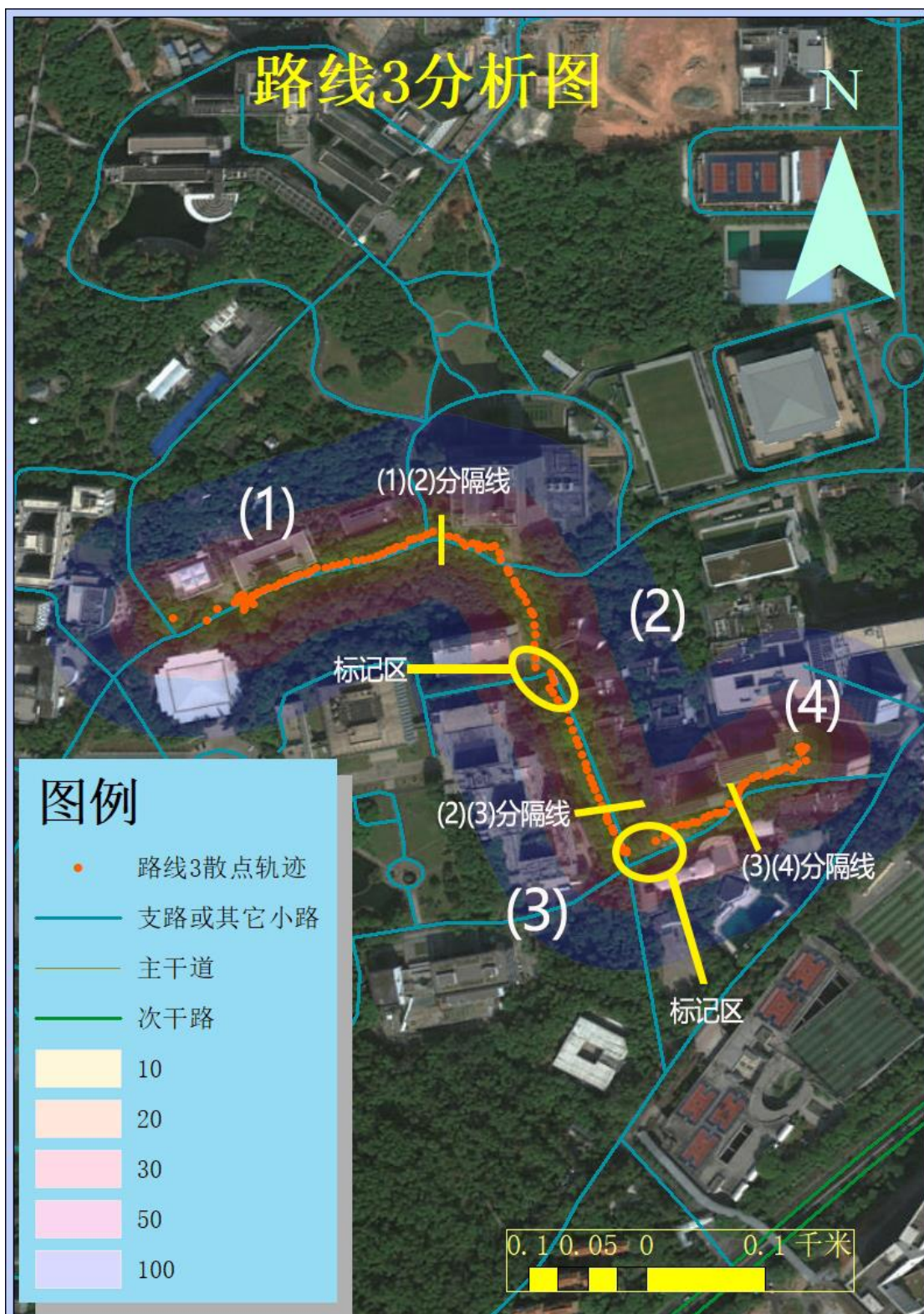
(路线 2, 速度变化曲线图, 注: 因为总时间较长, 10s 为单位的标注过于密集, 因此最终图像标注的单位为 50s, 但实际上还是以 10s 为一个时间单位进行绘制的)



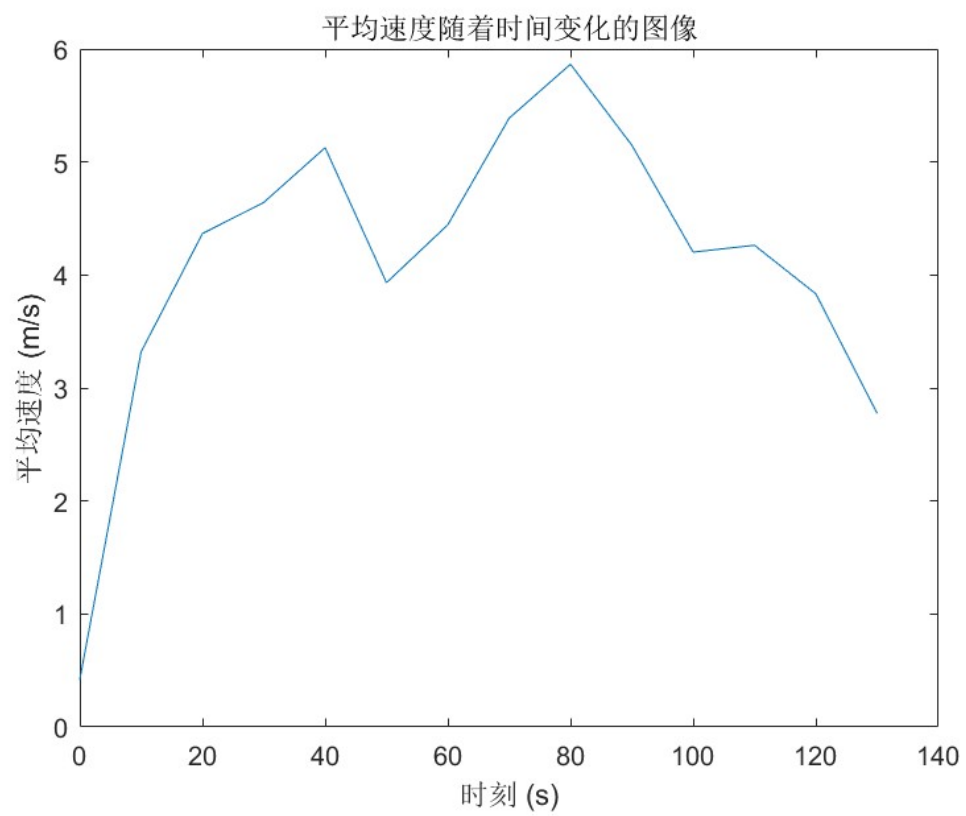
(路线 2, 卫星数量图)



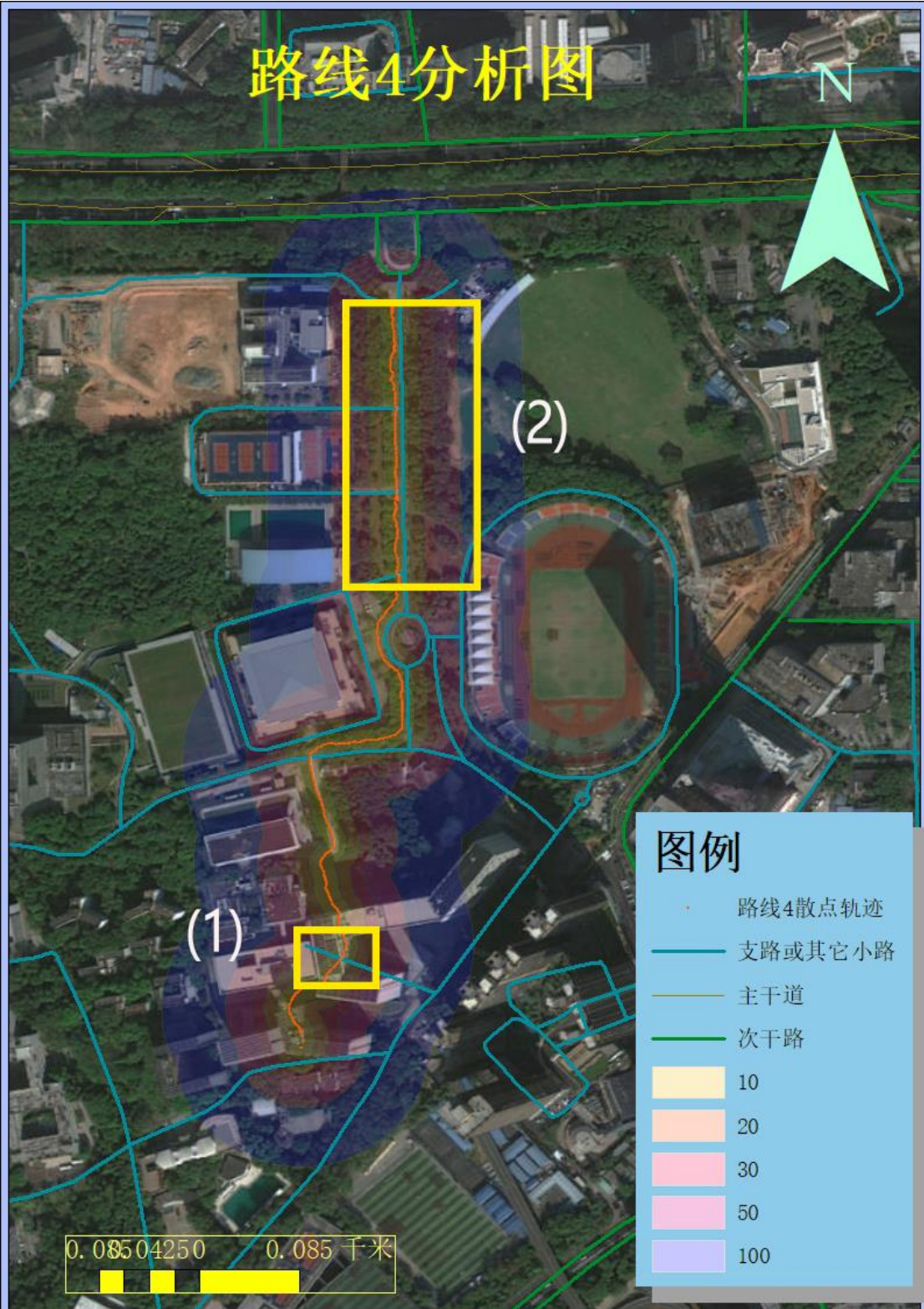
(路线 3 分析图, 自行车, 天气晴)



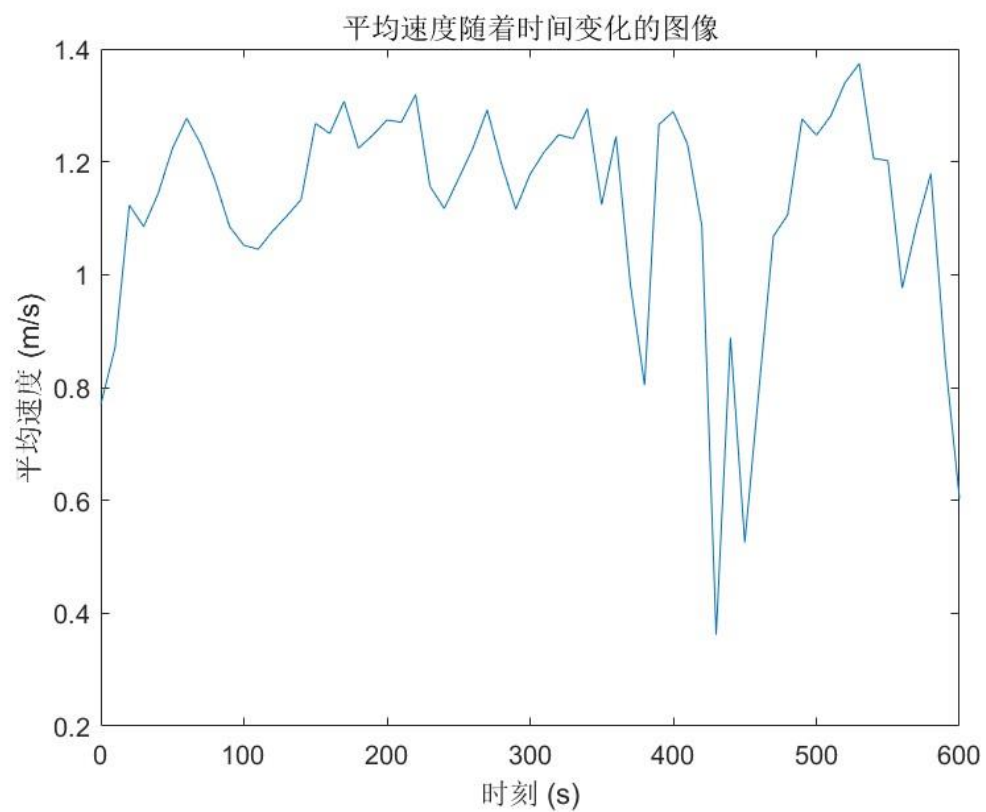
(路线 3, 速度变化曲线图, 注: 因为总时间较长, 10s 为单位的标注过于密集, 因此最终图像标注的单位为 50s, 但实际上还是以 10s 为一个时间单位进行绘制的)



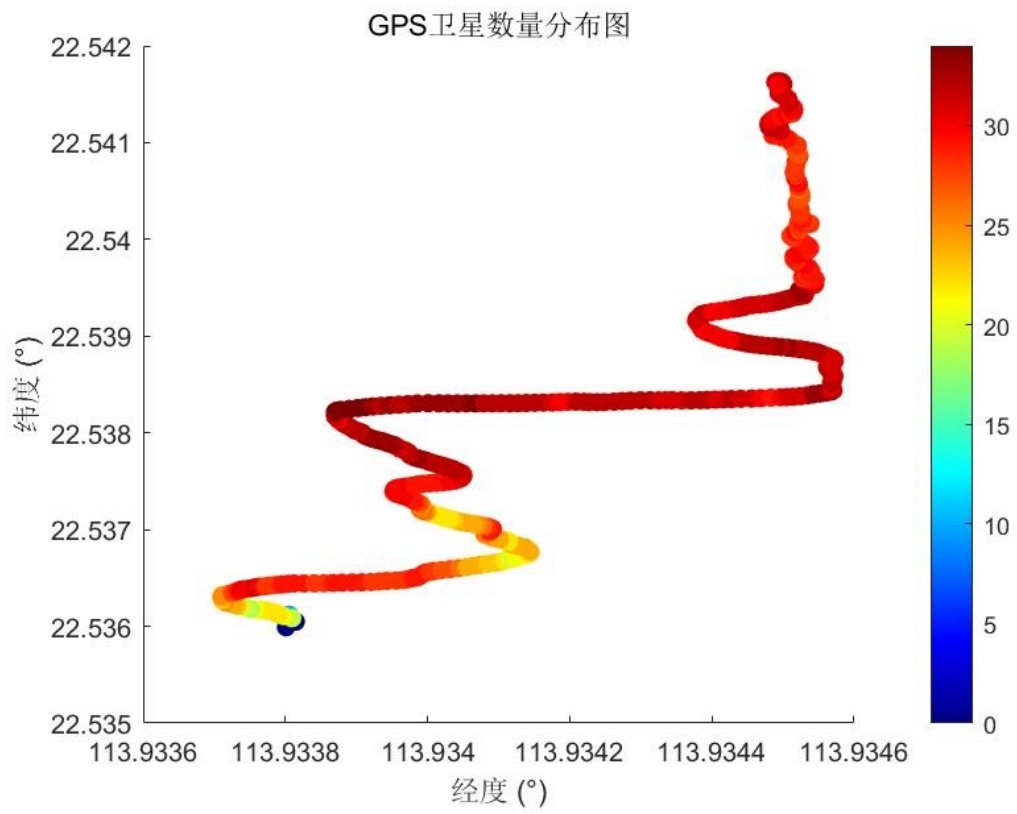
(路线 4 分析图，步行, 天气晴)



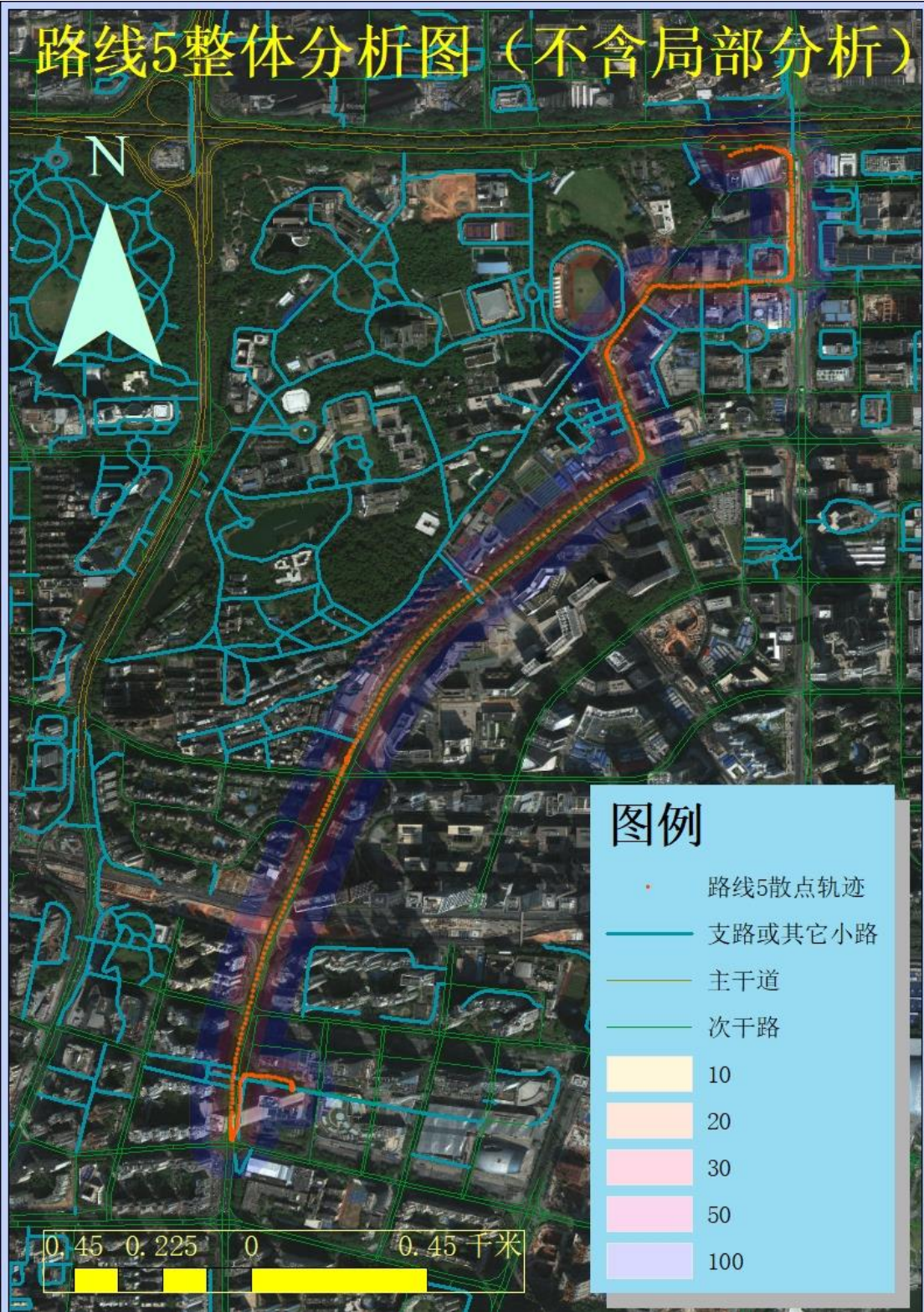
(路线 4, 速度变化曲线图, 注: 因为总时间较长, 10s 为单位的标注过于密集, 因此最终图像标注的单位为 50s, 但实际上还是以 10s 为一个时间单位进行绘制的)



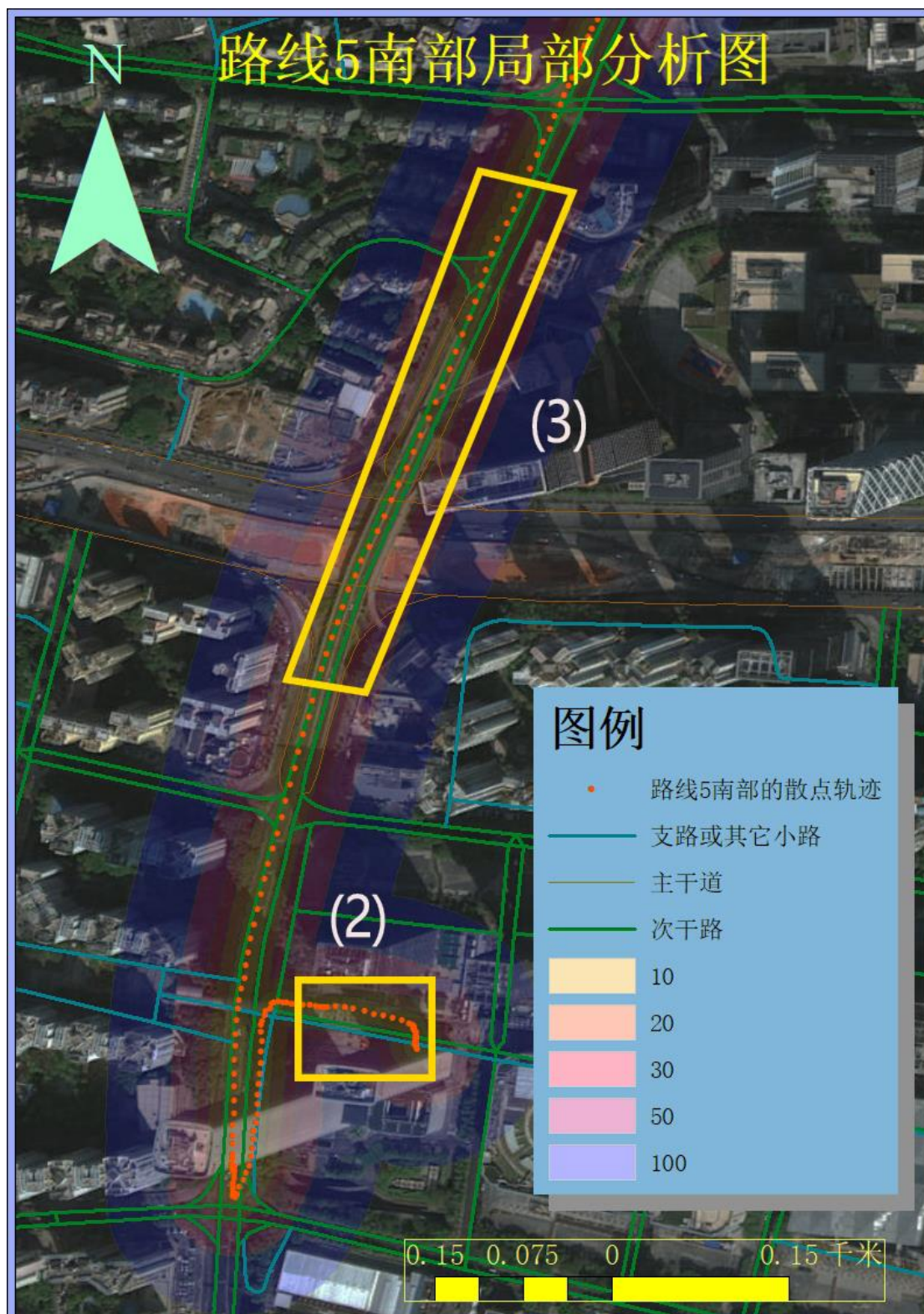
(路线 4, 卫星数量图)



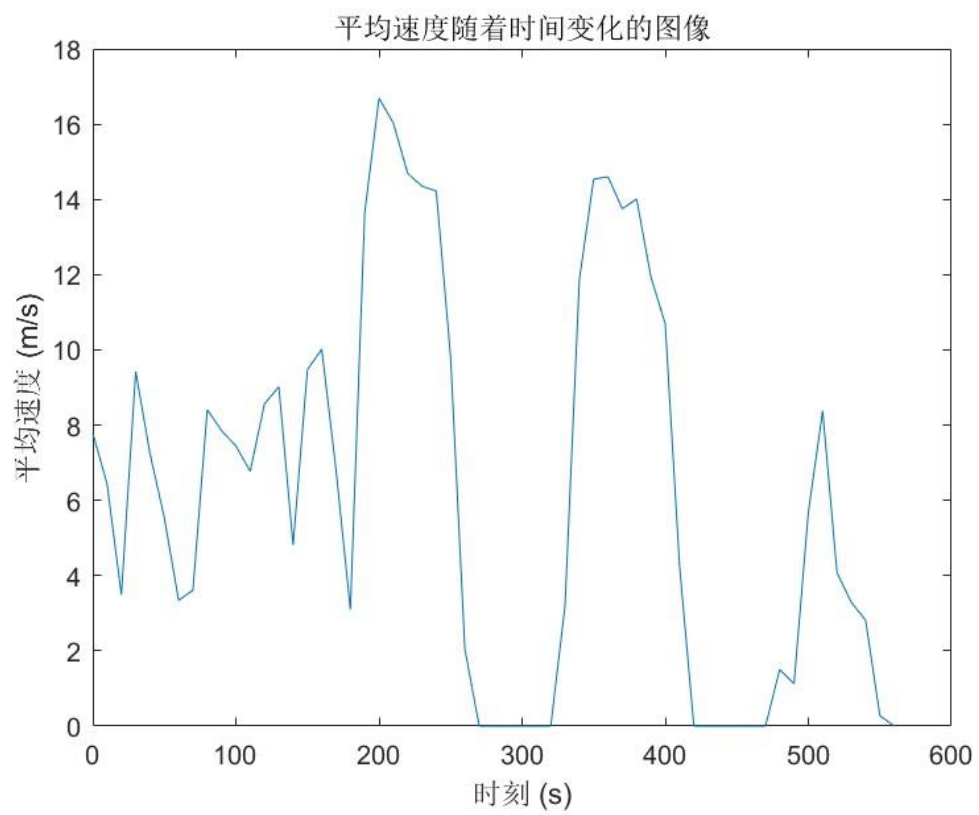
(路线 5 分析图，出租车, 天气晴)



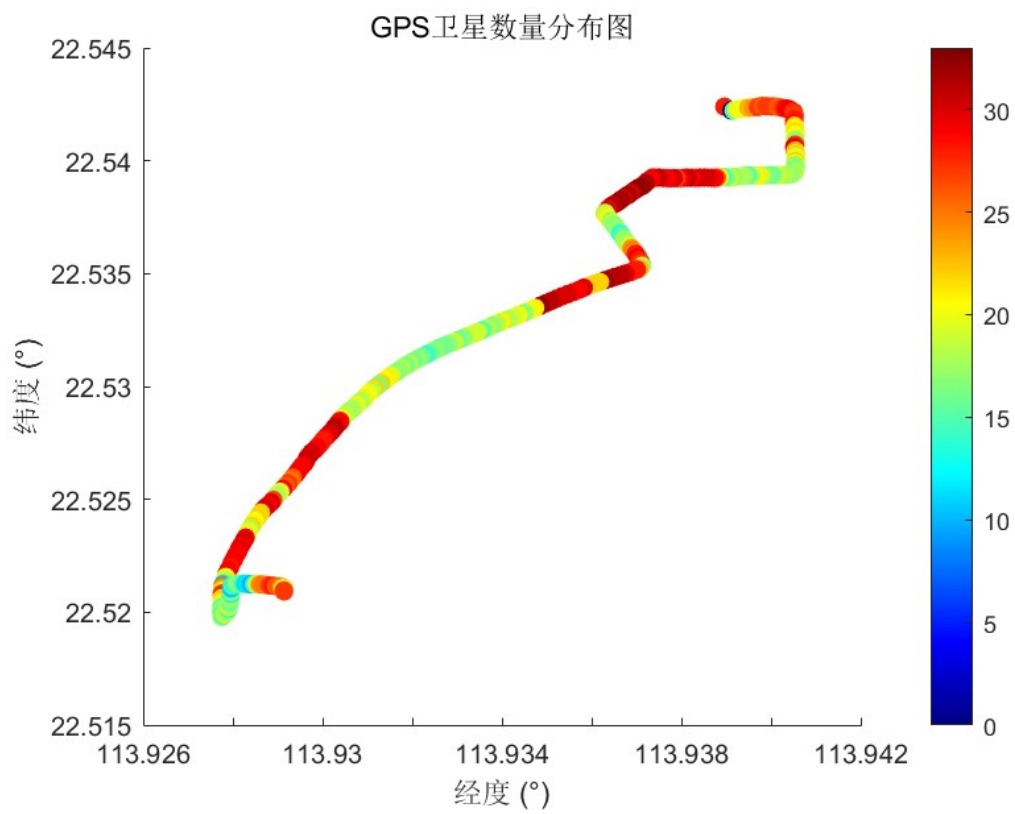




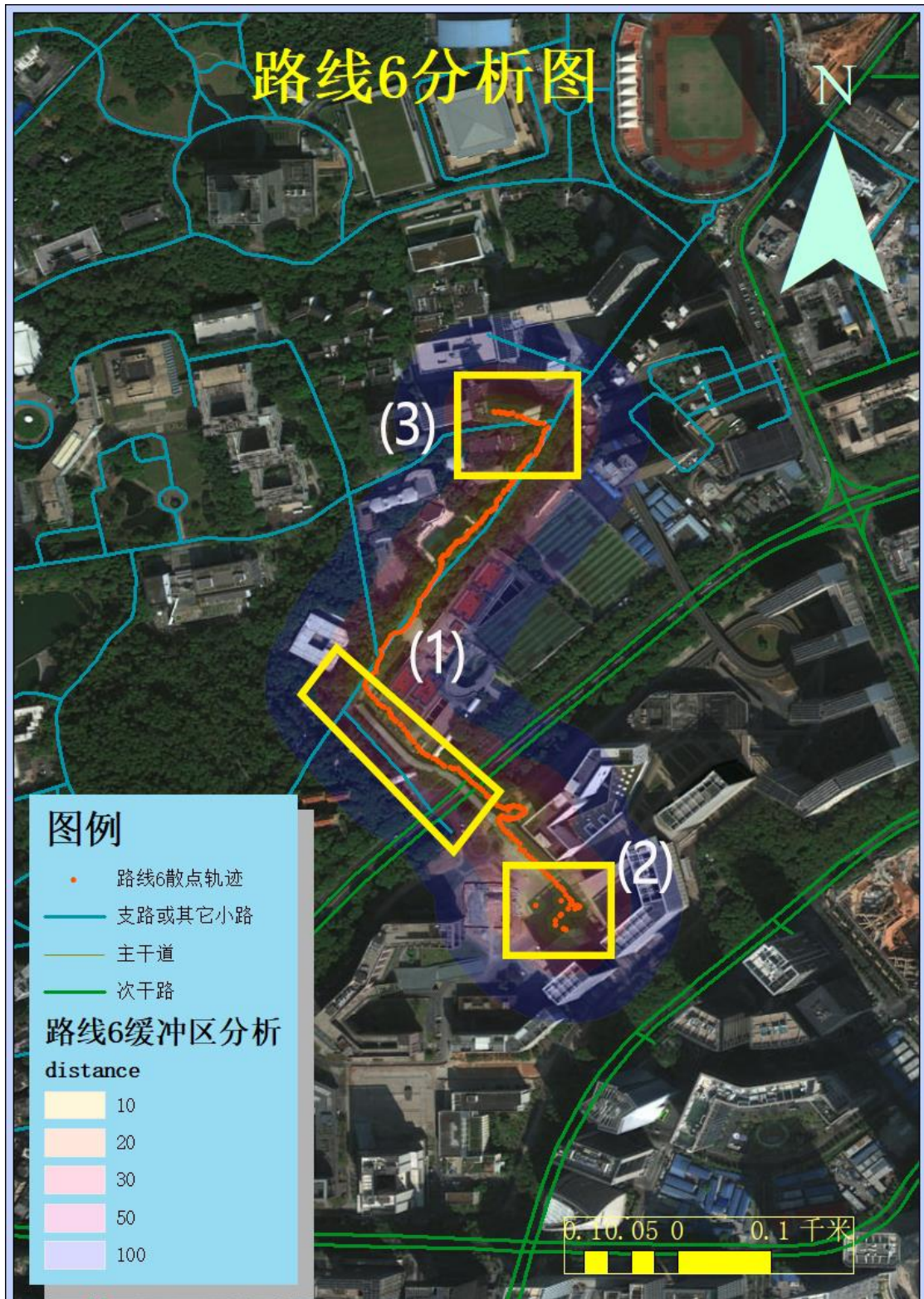
(路线 5, 速度变化曲线图, 注: 因为总时间较长, 10s 为单位的标注过于密集, 因此最终图像标注的单位为 50s, 但实际上还是以 10s 为一个时间单位进行绘制的)



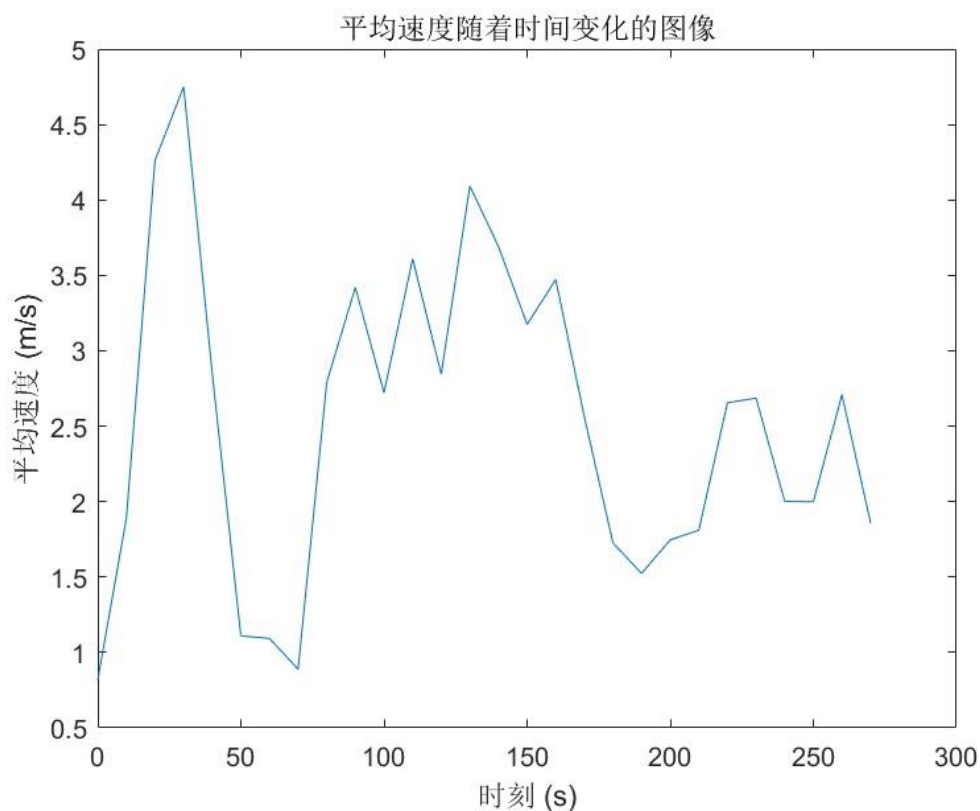
(路线 5, 卫星数量图)



(路线 6 分析图, 自行车天气晴)



(路线 6, 速度变化曲线图, 注: 因为总时间较长, 10s 为单位的标注过于密集, 因此最终图像标注的单位为 50s, 但实际上还是以 10s 为一个时间单位进行绘制的)



3.3 基于误差产生的可能原因分析路线图

3.3.1 与卫星信号传播有关的误差 (天气, 建筑物的反射, 树木的遮挡等等)

本次实验中, 沿途遮蔽物主要有建筑物、树木等, 测试当天天气晴朗, 偶尔出现较厚云层遮蔽, 这些因素都会干扰到卫星的定位精确度, 对卫星的信号传播造成一定干扰, 进而造成一些点的波动或者跳跃。

云层的遮挡:

如 (路线 6, 自行车, 天气晴) 中的 (2) 号位置附近较为开阔, 无明显遮挡, 由此推测云层的遮挡是造成这种跳跃点出现的一种可能。

树木的遮挡:

如 (路线 4, 步行, 天气晴) 中 (2) 号位置, 出现了大量的波动, 同时, 通过卫星图像以及 (路线 4, 卫星数量图) 推断, 可能是周围树木的妨碍, 导致卫星信号的传递出现了一些波动, 使得这一段的轨迹出现了大量的波动。

如 (路线 1, 步行, 天气晴) (1) (2) 号位置出现的相似的左右偏差, 同样收到周围茂密树林的干扰, 1 (3) 出现断点, 可以看出实在一颗高大的树木地下。故而产生断点, 无法精准收到卫星传来的信息。1 (4) 的偏差原因同下 3 (4), 2 (5), 不再赘述。

如（路线 2，自行车，天气晴）和（路线 3，自行车，天气晴），其中在本次测量中，可以看到，路线 3（1），3（2）和路线 3（4），2（1），2（3），2（5）与实际的路线有很明显，但又无规律的左右偏移，但路线 3（3）和路线 2（2），2（4）拟合度较高。因此考究原因：路线 3（1），2（1）周围高树林茂密，阻挡了卫星信号的同步，因此产生了偏差。

建筑物的遮挡与反射：

如（路线 5，出租车，天气晴）中的（2）号位置是进入到了一个大平台的下方的，遮蔽较多，导致这个位置附近的路线实际上有较大偏差的，并没有沿着路线的正常方向延伸，这些建筑物的遮挡很有可能阻碍了部分卫星的信号传播，导致误差的产生。

再如（路线 6，自行车，天气晴）中的（1）号位置，该位置是一个有遮蔽的天桥，结合轨迹图与卫星图像发现，天桥与轨迹并不重合，因此推断是天桥的遮雨棚阻碍了部分卫星的信号传播，继而对定位的准确度造成影响，当然，也有可能是卫星图并非正射影像图导致的一些偏差，使得路线出现偏移，（3）号位置同理。

再如（路线 4，步行，天气晴）中（1）号位置以及（路线 5，出租车，天气晴）

的（1）号位置附近，结合卫星图像以及（路线 4，卫星数量图）（路线 5，卫星数量

图）

可知，该位置附近有较多的高层建筑物阻挡，这些很有可能会阻碍了部分卫星的信号传播，继而导致了可通讯的卫星数量突然下降，对于定位的准确度造成影响。

如（路线 2，步行，天气晴）和（路线 3，自行车，天气晴），路线 3（2）和 2（3），是由于存在多个高大建筑物造成的反射情况，干扰了 gps 的信号传播；而 2（5）和 3（4）是为同一段路线，两次测量均有较大误差，因为此处接近或进入了建筑物内部，因此收到干扰大。3（3），2（2）2（4）路线上方较为开阔，周围少有建筑物或树林干扰，因此具有相对较高的拟合度。

如（路线 1，步行，天气晴）拐角处出现明显断点，考究周围收到建筑物的高墙封闭，又处于转角处，所以卫星无法精准收到信号。

3.3.2 与卫星信号接收机有关的误差（设备的状态、设备的性能与精度、测量条件的匹配程度等）

本次实验使用的硬件是手机，所使用的软件为手机物理工坊。所使用的设备的精度以及软件的精度是不如专业的卫星接收机等设备的，同时设备所处的外部环境并没有保持一致，如运动状态、测试时间等，所以会造成一定的误差。实验使用的软件为手机物理工坊，由于不同手机对于软件的调配措施不尽相同，所以可能会出现一些偏差。

设备的状态：

如（路线 5，出租车，天气晴）中位置（3）的标记点分布情况和（路线 5，卫星数量图）以及周围环境分析，该路段较为开阔，遮蔽较少，因此猜测是由于车辆行驶的速度过快，设备处于高速状态，见（路线 5，速度变化曲线图），

导致卫星的通讯衔接不上，连接的卫星数量一直处于较低水平，以至路线有些许偏移。

设备的性能与精度：

本次实验使用的硬件是手机，性能不如一些专业的卫星接收机，精度也不如专业的卫星接收机高。

如（路线 3，自行车，天气晴）这类误差具有随机性，是一种偶然误差。可以看到，在路线相同的一段中，三次测量的结果仍有偏差，且无规律性，可知此种偏差为手机接受信号的误差。3（2）标记区域中的一段空缺点，由于但此实验，可能是由于接受问题导致

测量软件的匹配程度：

如（路线 6，自行车，天气晴）中的（2）号位置，结合卫星图像推断，周围的地域是比较开阔的，无明显遮蔽物，因此猜测有可能是手机接收端刚刚开始工作，软件运行没有完全调动起来，出现了短暂的信号接收偏移，导致轨迹出现不合理的点。

4. 实验总结

4.1 本次实验中存在的不足

- 1.本次实验中，由于手机与软件不兼容的原因，导致路线 3 以及路线 6 没有得到卫星数量的相关数据。
- 2.由于技术手段的不足以及相关专业知识的局限性，整体对于误差分析的量化程度还不够，可以在整体误差分析加入更多的量化分析：比如说，误差来源影响因子、整体空间分析指标值等。
- 3.虽然最终对于误差分析实现了整体化，但是各个路线之间误差分析的差异研究还不够，随着技术水平提升，可以进一步优化比对分析手段。
- 4.在其他地方，本次实验也可以进行改进，比如说，可以考虑轨迹图片的交互式融合、硬件设备的自纠正、文本的自生成等等。

4.2 实验概况总结

本次实验完成了所有的实验目的，实现了路线数据的采集、分析、成果产出，我们遵循审-践-比-学-析的过程方法，文本分析和图片分析结合的分析方法，图文结合、大小结合、散聚结合，对于路线数据的局部和整体都进行了概述性的分析。在本次实验中，我们克服了理论转为实践过程中的各种困难，深入体会到了导航与定位技术在实际场景下的应用方法，同时也意识到了现在的方法局限和技术局限。

5. 附录

附录 1：源代码

```
filename = '.txt';
data = importdata(filename, '\t', 1);
Speed = data.data(:, strcmp(data.colheaders, 'Speed (m/s)'));
Time = data.data(:, strcmp(data.colheaders, 'Time (s)'));
```



```

figure;
scatter(Time, Speed, 50, satellites, 'filled');
colormap('jet');
colorbar;
title('GPS 卫星数量分布图');
xlabel('经度 (°)');
ylabel('纬度 (°)');
filename = '.txt';
data = importdata(filename, '\t', 1);
longitude = data.data(:, strcmp(data.colheaders, 'Longitude (°)'));
latitude = data.data(:, strcmp(data.colheaders, 'Latitude (°)'));
satellites = data.data(:, strcmp(data.colheaders, 'Satellites'));
figure;
scatter(longitude, latitude, 50, satellites, 'filled');
colormap('jet');
colorbar;
title('GPS 卫星数量分布图');
xlabel('经度 (°)');
ylabel('纬度 (°)');
filename = '.txt';
data = importdata(filename, '\t', 1);
speed = data.data(:, strcmp(data.colheaders, 'Speed (m/s)'));
time = data.data(:, strcmp(data.colheaders, 'Time (s)'));
figure;
plot(time, speed);
title('速度随着时间变化的图像');
xlabel('时刻 (s)');
ylabel('瞬间速度 (m/s)');
>> filename = 'lhmGPS01.txt';
data = importdata(filename, '\t', 1);
speed = data.data(:, strcmp(data.colheaders, 'Speed (m/s)'));
time = data.data(:, strcmp(data.colheaders, 'Time (s)'));
figure;
plot(time, speed);
title('速度随着时间变化的图像');
xlabel('时刻 (s)');
ylabel('瞬间速度 (m/s)');

```

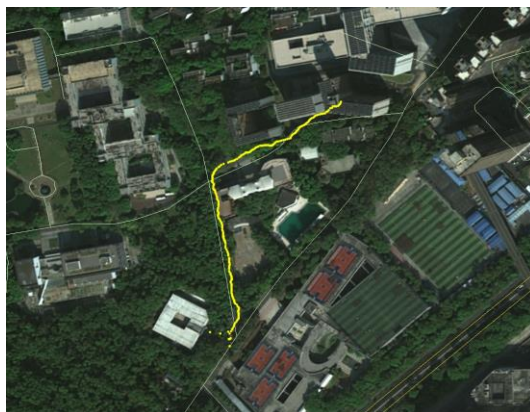
```
filename = '.txt';
data = importdata(filename, '\t', 1);
speed = data.data(:, strcmp(data.colheaders, 'Speed (m/s)'));
time = data.data(:, strcmp(data.colheaders, 'Time (s)'));
time_interval = 10; % 时间间隔为 10 秒
time_points = unique(floor(time / time_interval) * time_interval); % 获取时间点
avg_speed = zeros(size(time_points));
for i = 1:length(time_points)
    start_time = time_points(i);
    end_time = start_time + time_interval;
    indices = find(time >= start_time & time < end_time);
    avg_speed(i) = mean(speed(indices));
end
figure;
plot(time_points, avg_speed);
title('平均速度随着时间变化的图像');
xlabel('时刻 (s)');
ylabel('平均速度 (m/s)');
```

附录 2：原始图片和处理图片

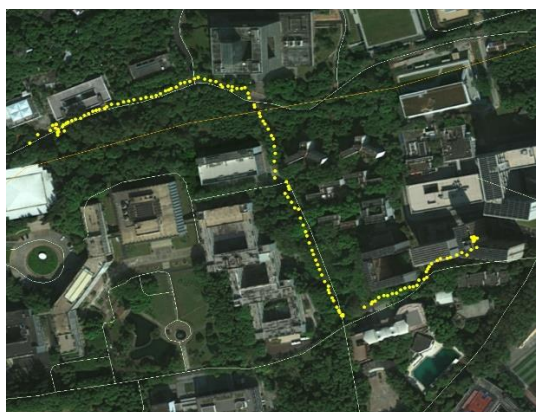
原始图片（处理前的轨迹图）



原始轨迹图，路线一。



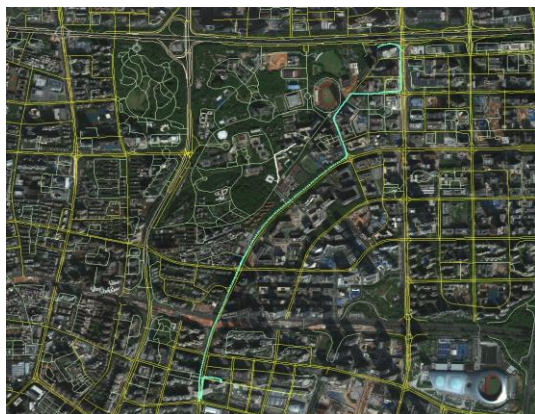
原始轨迹图，路线二。



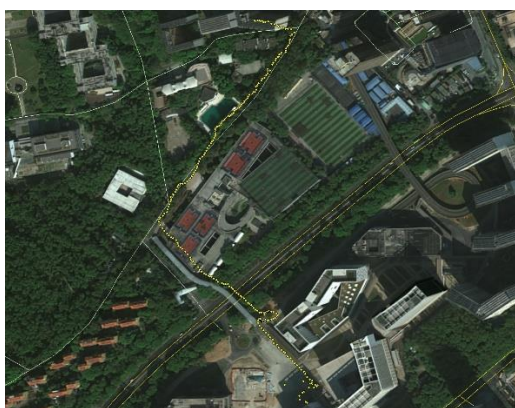
原始轨迹图，路线三。



原始轨迹图，路线四。



原始轨迹图，路线五。



原始轨迹图，路线六。

处理图片（处理后的轨迹图）

