

1 概述

egpos (excellent INS/GNSS fusion positioning) 是高精度 INS/GNSS 融合定位算法库, 适用于车载定位、智能手机定位、无人机导航以及自动驾驶等应用场景, 融合惯性传感器、卫星观测数据、里程计等多源信息进行高精度定位解算, 其主要特点包括有:

■ GNSS positioning

1. 支持北斗/GPS/GLONASS/GALILEO/QZSS 卫星导航定位系统全频点;
2. SPP、PPP、RTD、RTK 抗差最小二乘估计;
3. SPP、PPP、RTD、RTK 稳健卡尔曼滤波器: 序贯粗差探测、钟差与钟漂跳变探测及修复、滤波模型验证与修复、滤波系统故障检测与修复;
4. 自适应卫星观测随机误差模型;
5. 自适应卡尔曼滤波器系统噪声估计;
6. 运动状态判别: 静止滤波器、直行/转弯状态调整;
7. 可靠且快速模糊度搜索及固定策略;
8. 卫星观测数据质量统计和监测;
9. 定位自主完好性监测算法, 包括定位质量监测和控制;
10. 并联多级融合反馈式定位框架;
11. RTS/前后向滤波融合平滑定位解算;

■ INS/GNSS positioning

1. INS/GNSS 松耦合算法;
2. INS/GNSS 紧耦合算法: SPP、PPP、RTD、RTK 紧耦合算法;
3. INS/GNSS 稳健卡尔曼滤波器: 粗差探测、滤波模型验证与修复、滤波系统故障检测与修复;
4. NHC、ZUPT、ZARU 等运动约束;
5. 车载里程计辅助;
6. GNSS 双天线航向辅助;
7. INS 前向/后向机械编排;
8. 动对准初始化;
9. 运动状态判别: 静止滤波器;
10. RTS/前后向滤波融合平滑定位解算;
11. 定位自主完好性监测算法, 包括定位质量监测和控制;
12. 自适应 GNSS、INS/GNSS 解算模式切换;
13. 基于 $SE_2(3)$ 李群李代数 INS 机械编排、INS/GNSS 松组合算法;
14. 基于 $SE_2(3)$ 李群李代数 INS/GNSS 紧耦合算法: SPP、PPP、RTD、RTK 紧耦合算法;
15. 欧拉角、旋转向量参数化 INS/GNSS 松紧组合算法;
16. 实时姿态/位置/速度平滑器;
17. INS/GNSS 迭代卡尔曼滤波器;
18. INS/GNSS 静止滤波器;
19. INS/GNSS 组合姿态/速度/位置移动平滑滤波;

2 示例

基于 egpos 进行 GNSS RTK、INS/GNSS 定位解算，对比终端定位设备输出定位解与自解算的差异，测试场景包括开阔场景、综合城市环境场景等；

■ GNSS RTK

1. 测试一（开阔场景）

测试时间：2023 年 4 月 21 日；

测试设备：国内某 GNSS 板卡设备，支持 GPS、北斗及伽利略；

测试轨迹：

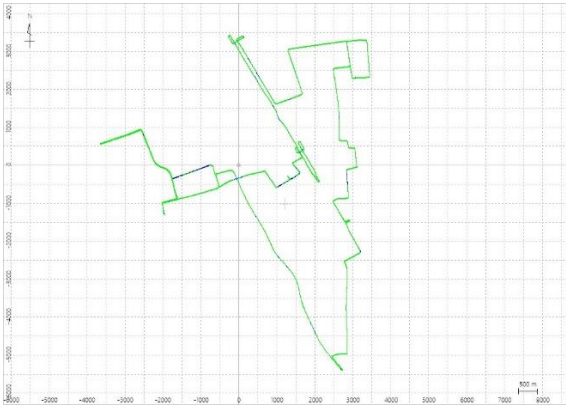
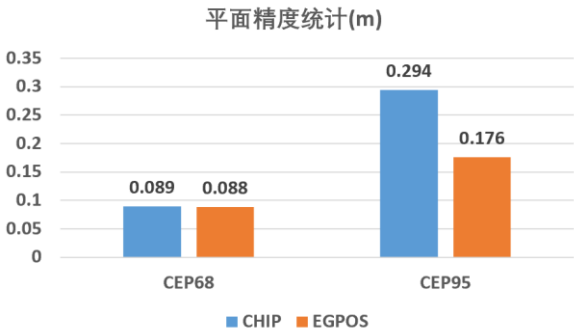
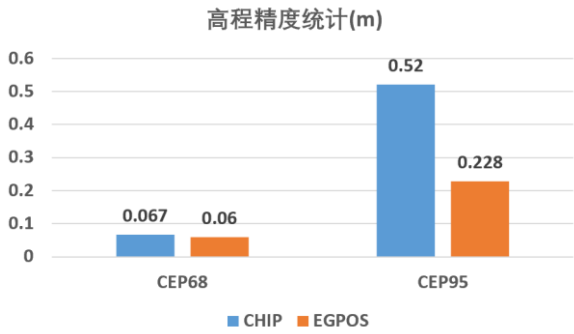


图 1 GNSS RTK 测试一轨迹

定位精度统计：



(a)



(b)

图 2 GNSS RTK 测试一定位精度统计

2. 测试二（开阔场景）

测试时间：2023 年 4 月 20 日；
测试设备：国内某 GNSS 板卡设备，支持 GPS、北斗及伽利略；
测试轨迹：

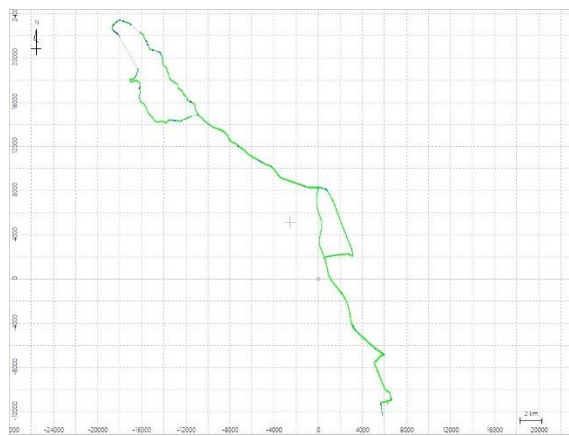
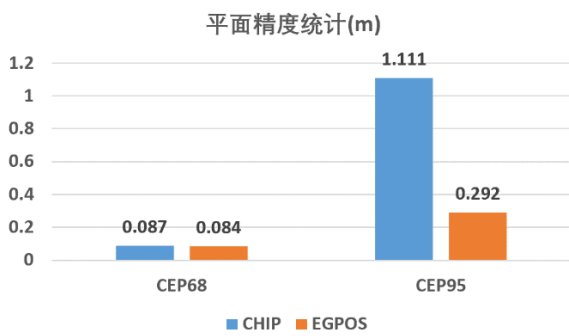
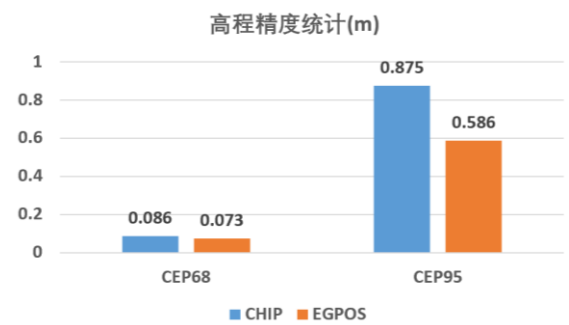


图 2 GNSS RTK 测试二轨迹

定位精度统计：



(a)



(b)

图 3 GNSS RTK 测试二定位精度统计

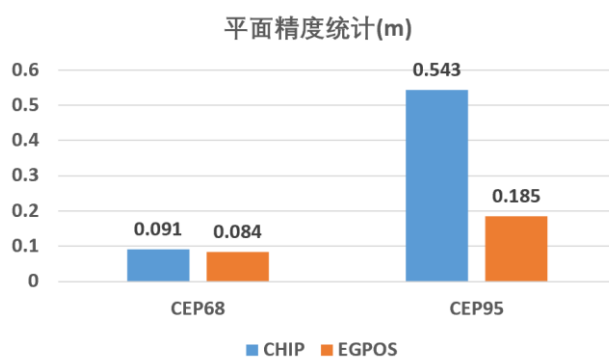
3. 测试三（综合城市环境场景）
测试时间：2023 年 4 月 11 日；
测试设备：国内某 GNSS 板卡设备，支持 GPS、北斗及伽利略；

测试轨迹:

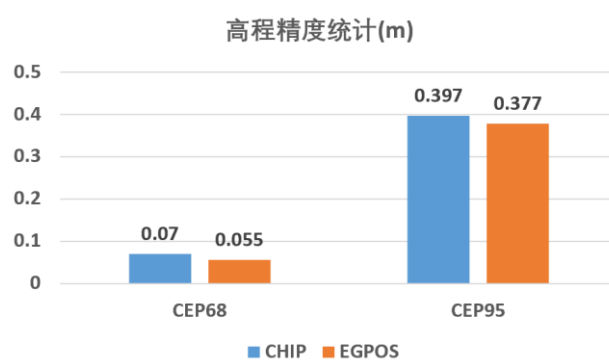


图 4 GNSS RTK 测试三轨迹

定位精度统计:



(a)



(b)

图 4 GNSS RTK 测试三定位精度统计

4. 测试四 (综合城市环境)

测试时间：2023 年 4 月 7 日；

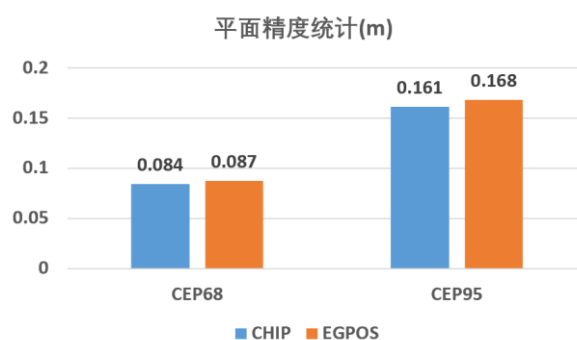
测试设备：国内某 GNSS 板卡设备，支持 GPS、北斗及伽利略；

测试轨迹:

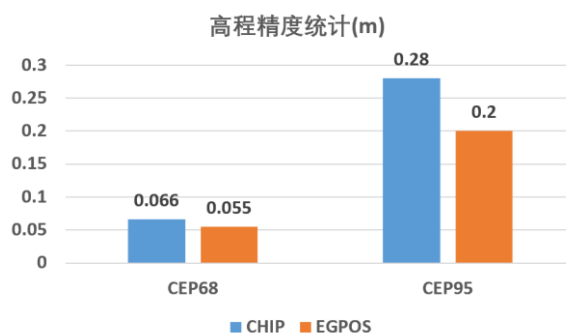


图 5 GNSS RTK 测试四轨迹

定位精度统计:



(a)



(b)

图 6 GNSS RTK 测试四定位精度统计

5. 测试五（综合城市环境）

测试时间：2023 年 4 月 7 日；

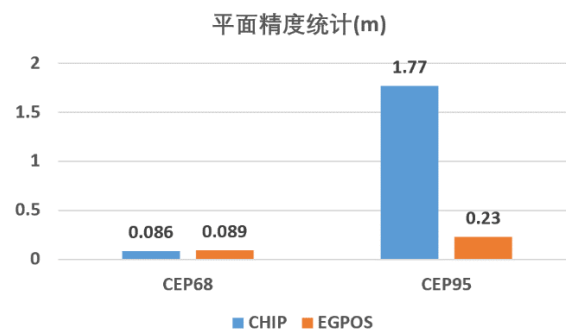
测试设备：国内某 GNSS 板卡设备，支持 GPS、北斗及伽利略；

测试轨迹：

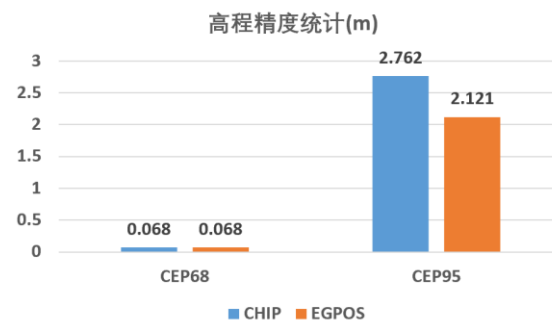


图 7 GNSS RTK 测试五轨迹

定位精度统计:



(a)



(b)

图 8 GNSS RTK 测试五定位精度统计

■ INS/GNSS

1. 测试一（综合城市环境）

测试时间：2023 年 11 月 22 日；

测试设备：ADIS16488 模块，采样频率 200Hz；国内某 GNSS 板卡设备；

解算设置：INS/GNSS 松耦合；

测试轨迹：

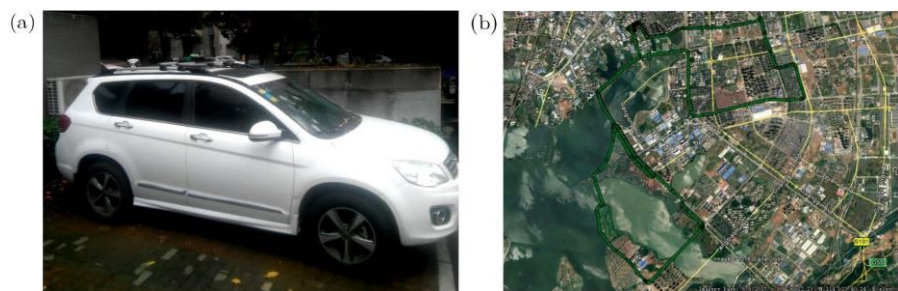


图 9 INS/GNSS 测试一轨迹

定位精度统计:

表 1 INS/GNSS 测试一定位精度统计

| | 位置(m) | | 速度(m/s) | | | 姿态(°) | | |
|-------|-------|------|---------|------|------|-------|------|------|
| | 水平 | 高程 | 北向 | 东向 | 垂向 | 横滚 | 俯仰 | 航向 |
| CEP68 | 0.08 | 0.34 | 0.02 | 0.05 | 0.16 | 0.65 | 0.56 | 0.32 |
| CEP95 | 0.36 | 0.46 | 0.24 | 0.33 | 0.51 | 0.91 | 0.87 | 0.76 |

2. 测试二（综合城市环境）

测试时间：2023 年 11 月 22 日；

测试设备：ADIS16488 模块，采样频率 200Hz；国内某 GNSS 板卡设备；

解算设置：INS/GNSS 松耦合；

测试轨迹：

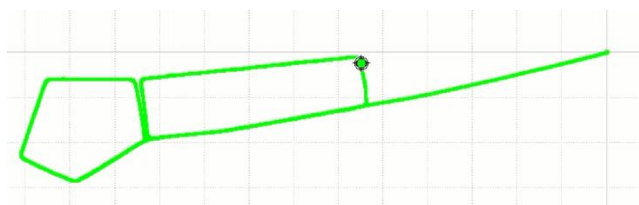


图 10 INS/GNSS 测试二轨迹

定位精度统计:

表 2 INS/GNSS 测试二定位精度统计

| | 位置(m) | | 速度(m/s) | | | 姿态(°) | | |
|-------|-------|------|---------|------|------|-------|------|------|
| | 水平 | 高程 | 北向 | 东向 | 垂向 | 横滚 | 俯仰 | 航向 |
| CEP68 | 0.02 | 0.04 | 0.01 | 0.03 | 0.07 | 0.13 | 0.35 | 0.12 |
| CEP95 | 0.07 | 0.08 | 0.04 | 0.06 | 0.05 | 0.23 | 0.41 | 0.25 |

3. 测试三（综合城市环境）

测试时间：2023 年 9 月 2 日；

测试设备：ADIS16488 模块，采样频率 200Hz；国内某 GNSS 板卡设备；

解算设置：INS/GNSS 紧耦合；

测试轨迹：

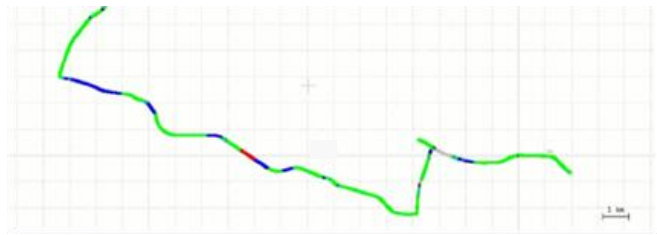


图 11 INS/GNSS 测试三轨迹

定位精度统计:

表 3 INS/GNSS 测试三定位精度统计

| | 位置(m) | | 速度(m/s) | | | 姿态(°) | | |
|-------|-------|------|---------|------|------|-------|------|------|
| | 水平 | 高程 | 北向 | 东向 | 垂向 | 横滚 | 俯仰 | 航向 |
| CEP68 | 0.08 | 0.15 | 0.11 | 0.07 | 0.17 | 0.11 | 0.21 | 0.09 |
| CEP95 | 0.37 | 0.68 | 0.18 | 0.16 | 0.35 | 0.67 | 0.72 | 0.52 |