

中期作业

智能移动机器人2025

作业1

目的

- 理解运动传感器和基于航位推算的机器人运动估计方法

数据

- 车轮编码器数据 Wheel encoder data: COMPort_X_20130903_195003.txt
- IMU数据 IMU data: InterSense_X_20130903_195003.txt

基本要求

- 利用车轮编码器数据、IMU数据和航位推算，计算小车行驶轨迹
- Python/C/C++均可

作业提交

- 代码与报告（1页+）
- 时间：3月23日

作业2

目的

- 理解激光雷达数据

数据

- 激光雷达数据 LiDAR data: URG_X_20130903_195003.lms
- 行驶轨迹数据 Vehicle trajectory data: 作业1生成的小车行驶轨迹 或 参考文件的ld.nav

要求

- 利用激光雷达及小车行驶轨迹数据，激光点坐标转换、利用简易投票法创建栅格地图（见本PPT的P8-12）
- Python/C/C++均可

作业提交

- 代码与报告（1页+）
- 时间：3月23日

作业3

目的

- 学习ROS2 foxy版本

要求

- 对于作业1或作业2，任选其一，**选择作业2有加分**，用ROS2重写该任务
 - 1、编写代码将原始数据转为rosvbag格式
 - 2、编写任务节点，接收rosvbag数据，实现对应的任务
- Python/C/C++均可

作业提交

- 代码与报告（1页+）
- 时间：3月23日

数据： 20130903data

传感器数据

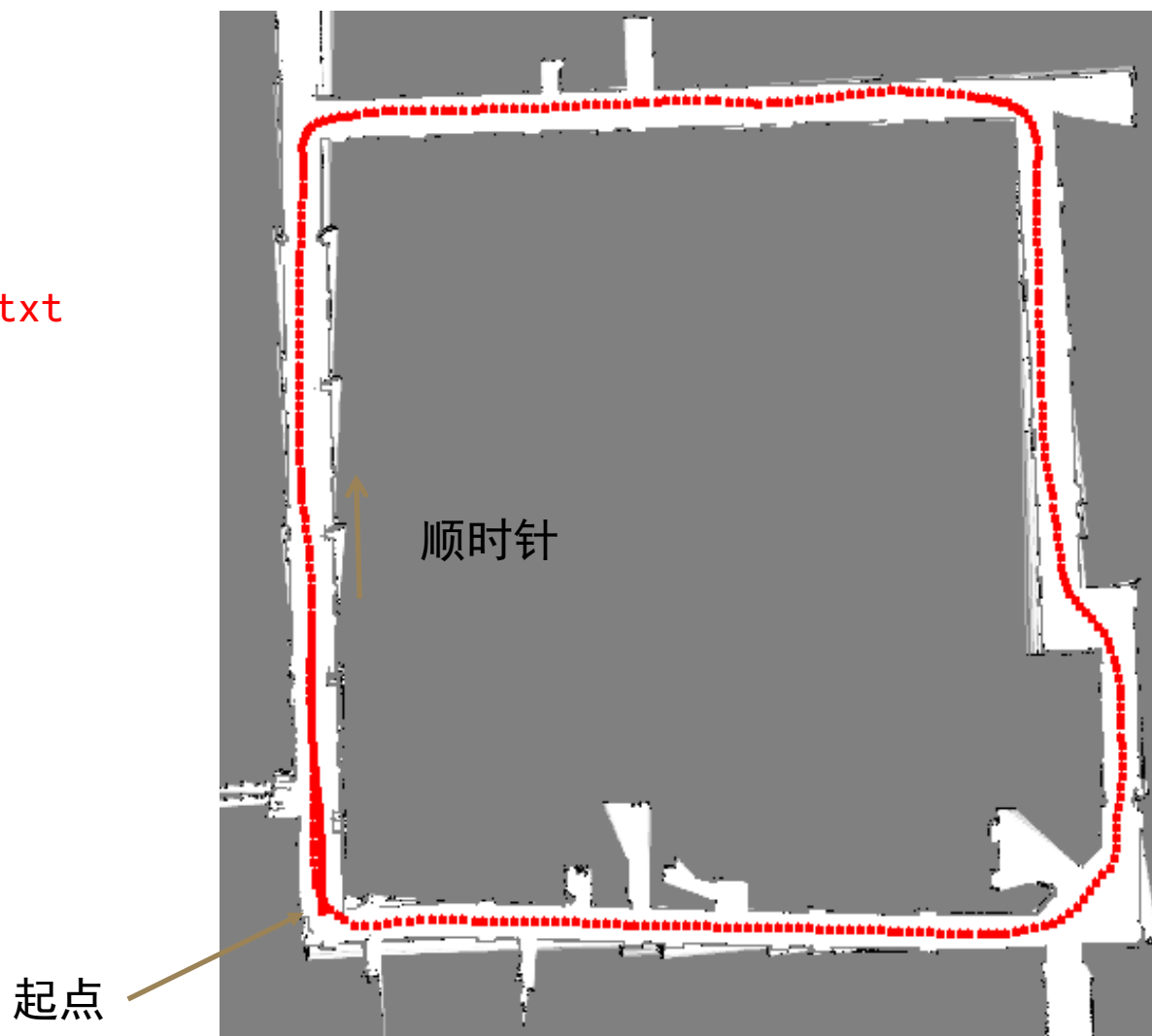
- a) IMU数据: InterSense_X_20130903_195003.txt
- b) 车轮编码器数据: COMPort_X_20130903_195003.txt
- c) 2D LiDAR数据: URG_X_20130903_195003.lms

以上数据用于作业1、2

参考数据（以下数据仅供参考）

- a) 地图（SLAM结果）ld.master、ld.raw
- b) 轨迹（SLAM结果）ld.nav
- c) 可视化软件 mapshow.exe (Windows)
- d) 说明 ReadMe.doc

数据采集路线：沿楼道顺时针行驶数圈



车轮编码器数据

数据文件：

- COMPort_X_20130903_195003.txt

格式（文本）：

E Millisecond 1 Count

Count：累计计数，[1,30000]

单位计数对应的里程数

1 Count \approx 0.003846154 meter

COMPort_X_20130...					文件(E)	编辑(E)	格式(O)	查看(V)	帮助(H)
E	71403642	1	13832						
E	71403656	1	13832						
E	71403667	1	13832						
E	71403668	1	13832						
E	71403675	1	13832						
E	71403724	1	13832						
E	71403775	1	13832						
E	71403782	1	13832						
E	71403783	1	13832						
E	71403789	1	13832						
E	71403794	1	13832						
E	71403799	1	13832						
E	71403809	1	13832						
E	71403814	1	13832						
E	71403821	1	13832						
E	71403824	1	13832						
E	71403839	1	13832						
E	71403844	1	13832						
E	71403849	1	13832						
E	71403854	1	13832						
E	71403858	1	13832						
E	71403863	1	13832						
E	71403868	1	13832						
E	71403874	1	13832						
E	71403879	1	13832						
E	71403883	1	13832						
E	71403889	1	13832						
E	71403894	1	13832						
E	71403899	1	13832						
E	71403904	1	13832						
E	71403908	1	13832						
E	71403923	1	13832						
E	71403928	1	13832						
E	71403934	1	13832						
E	71403940	1	13832						
E	71403947	1	13832						
E	71403950	1	13832						
E	71403954	1	13832						
E	71403961	1	13832						
E	71403964	1	13832						
E	71403970	1	13832						
E	71403974	1	13832						
E	71403982	1	13832						
E	71403985	1	13832						
E	71403989	1	13832						
					100%	Windows (CRLF)	UTF-8		

COMPort_X_20130...					文件(E)	编辑(E)	格式(O)	查看(V)	帮助(H)
E	71562188	1	29963						
E	71562193	1	29965						
E	71562198	1	29967						
E	71562203	1	29969						
E	71562208	1	29971						
E	71562213	1	29973						
E	71562217	1	29975						
E	71562222	1	29977						
E	71562228	1	29979						
E	71562232	1	29981						
E	71562238	1	29983						
E	71562243	1	29985						
E	71562248	1	29987						
E	71562253	1	29989						
E	71562257	1	29992						
E	71562267	1	29996						
E	71562273	1	29998						
E	71562278	1	30000						
E	71562283	1	1						
E	71562288	1	3						
E	71562292	1	5						
E	71562298	1	7						
E	71562302	1	10						
E	71562308	1	12						
E	71562313	1	14						
E	71562317	1	16						
E	71562323	1	18						
E	71562328	1	20						
E	71562333	1	22						
E	71562338	1	24						
E	71562343	1	26						
E	71562348	1	28						
E	71562353	1	30						
E	71562358	1	32						
E	71562363	1	34						
E	71562368	1	36						
E	71562373	1	38						
E	71562378	1	40						
E	71562388	1	44						
E	71562393	1	46						
E	71562398	1	48						
E	71562403	1	50						
E	71562408	1	52						
E	71562413	1	54						
E	71562417	1	56						
					100%	Windows (CRLF)	UTF-8		

IMU数据

数据文件：

- InterSense_X_20130903_195003.txt

```
IMU 71406099 0 0 0 0 0
IMU 71406119 0 0 -1.62861 3.73345 -137.875
IMU 71406139 0 0 -1.66632 3.85983 -137.794
IMU 71406149 0 0 -1.75292 3.83318 -137.744
IMU 71406169 0 0 -1.81898 3.81495 -137.69
...
```

格式（文本）：

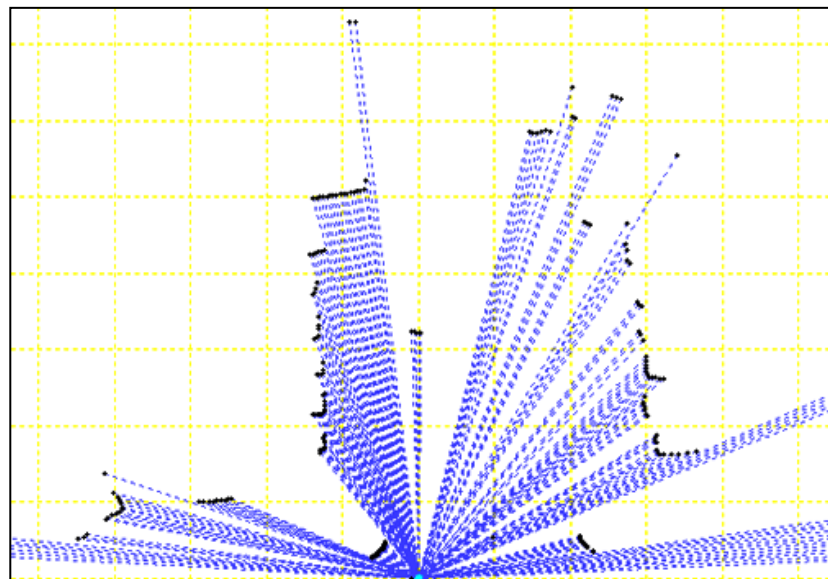
IMU Millisecond 0 0 横滚角 俯仰角 航向角
角度单位：度

（作业1、2中仅用到Millisecond和航向角）

激光雷达

□ 设备介绍

- Hokuyo UTM/UXM
- 扫描范围
 - 最大 $-45^{\circ} \sim 225^{\circ}$
 - 目前使用 $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$
- 扫描解析度 0.5°
- 频率约25Hz



LMS 数据格式 (Binary)

$$\text{DATLEN} = \text{AngRng} / \text{AngRes} + 1$$

e.g. $180/0.5+1 = 361$
 $100/0.25+1 = 401$

```
typedef struct {
    long        milli;
    unsigned short  dat [DATLEN];
} LMSDATBUF;
```

```

距离值 dat[i] 转换 激光点 p(x, y) :
    r = dat[i] / Unit;
    a = i * AngRes;
    p.x = r * cosa;
    p.y = r * sina;

```

計測角度範囲(AngRng, 例、180), float
角度解像度(AngRes, 例、0.5), float
距離値単位(Unit, 例、100), float
背景データ(現在無用),LMSDATBUF
Scan #1,LMSDATBUF
Scan #2,LMSDATBUF
Scan #n,LMSDATBUF

NAV数据格式（文本）

```
...
71542990  0  0 -4.729993    4.154131    -0.436866    0
71543040  0  0 -4.723207    4.069446    -0.448548    0
71543090  0  0 -4.716467    3.981529    -0.450593    0
71543165  0  0 -4.712366    3.839360    -0.465019    0
71543215  0  0 -4.703820    3.754674    -0.473897    0
...
```

格式（文本）：

Millisecond 横滚角(rad) 俯仰角(rad) 航向角(rad) X(m) Y(m) Z(m)

二维定位时，横滚角(rad)=0，俯仰角(rad)=0，Z(m)=0

激光点坐标转换

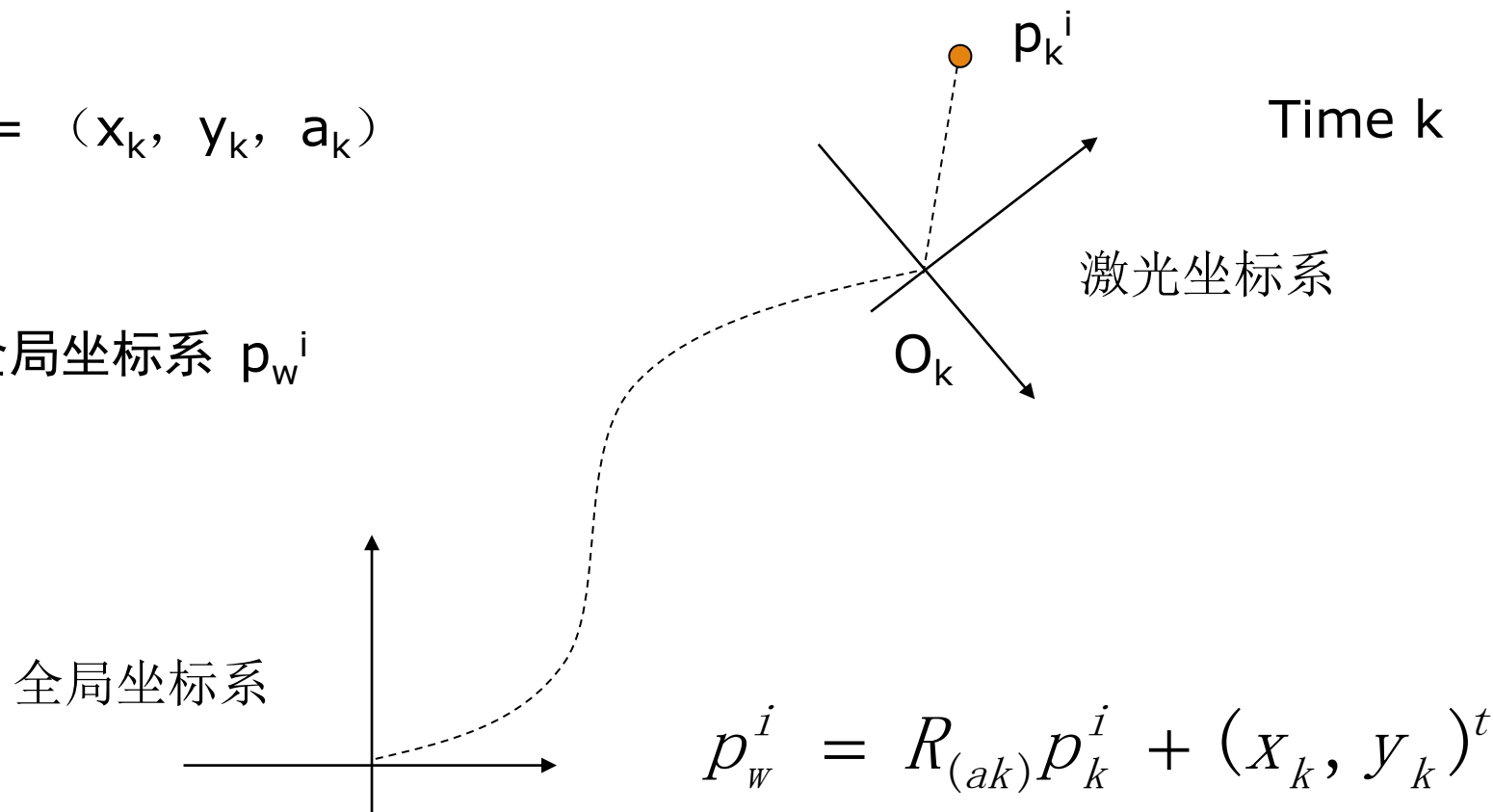
已知：k 时刻

1) 机器人位姿 $O_k = (x_k, y_k, a_k)$

2) 激光点 p_k^i

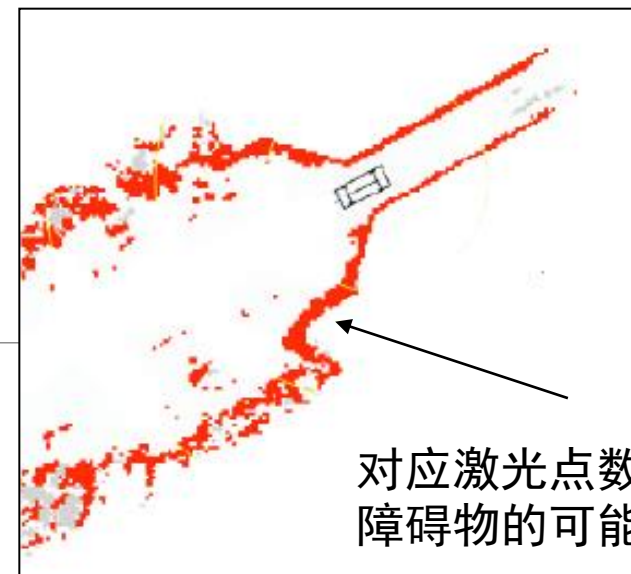
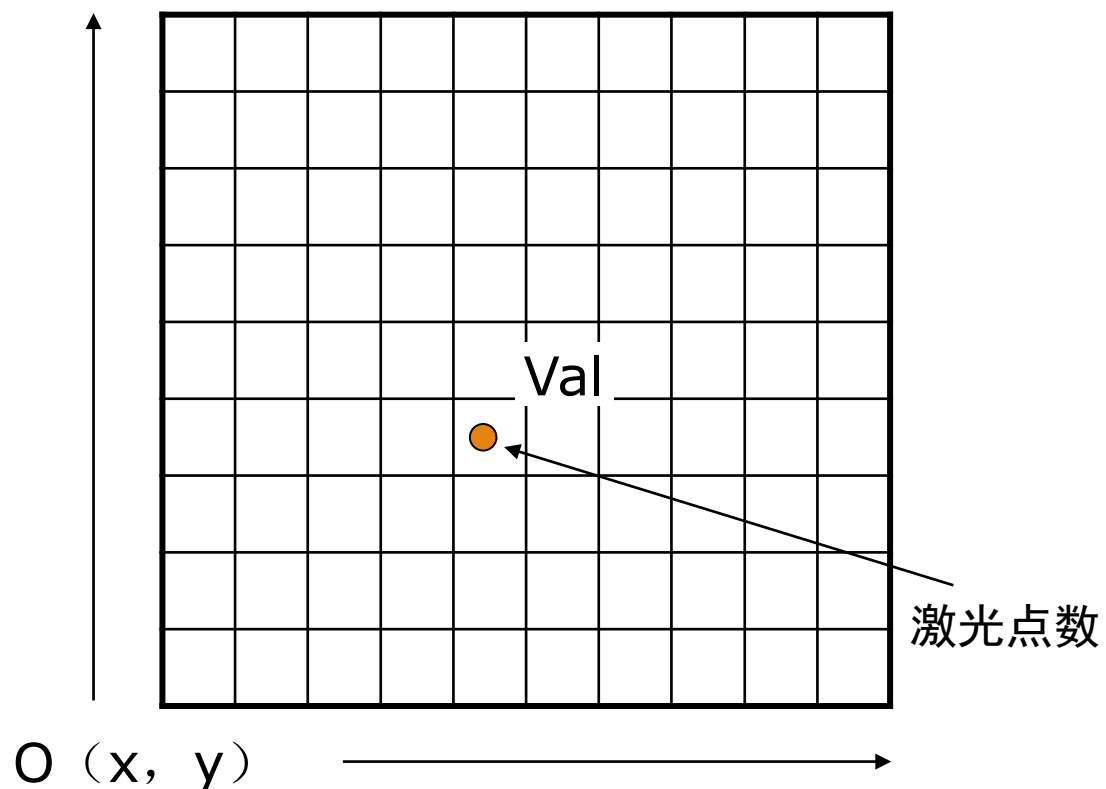
求：

激光点 p_k^i 转换到全局坐标系 p_w^i



栅格地图创建

简易投票法



结果示意

处理步骤（参考方案）：

1) 栅格图

在全局坐标系选取原点 O ，设置栅格 res 、栅格图 wid, len ，创建栅格图

2) 激光点投影

将每个激光点转换到全局坐标系，投影到栅格图

3) 简易投票

统计落入每个栅格的激光点数 Val

4) 可视化

Val 大于某阈值后可视为障碍物