



yanghq13

码龄3年 暂无认证

18

10万+

9万+

1万+



原创

周排名

总排名

访问

等级

246

41

24

41

167

积分

粉丝

获赞

评论

收藏











私信

已关注

搜博主文章



热门文章



LOAM学习-安装与运行

1610

LOAM学习-代码解析（二）点云数据配准 scanRegistration

807

LOAM学习-LM方法

684

LOAM学习-代码解析（一）点云数据配准 scanRegistration

676

【ROS】动态链接库(.so文件)的生成和调用

611

分类专栏



 Apollo 6.0

6篇

 SLAM

9篇

 loam

9篇

 ros

1篇

 C++

1篇

 MPC

1篇



最新评论



【自动驾驶】MPC控制器 + 驾驶...
兴涛: 大佬你好, 进入下载好的 MP C-Project 文件夹内, 输入mkdir...

【自动驾驶】MPC控制器 + 驾驶...
yanghq13: 你或者私信我一下...我不太理解你这个错误...发个图片...

【ROS】动态链接库(.so文件)的...
yanghq13: 不客气喔

【自动驾驶】MPC控制器 + 驾驶...
现代自闭控制: 就是执行完./term2_sim.x86_64后弹出的那个unity窗...

【ROS】动态链接库(.so文件)的...
wechat-920086481: 博主写得很详细, 可以运行成功, 之前参考了...

您愿意向朋友推荐“博客详情页”吗?

    

强烈不推荐

不推荐

一般般

推荐

强烈推荐

最新文章



【运动控制】Apollo6.0的mpc_controller解析

【运动控制】连续时间状态方程的离散化

【运动控制】Apollo6.0的leadlag_controller解析

2021年 8篇

2020年 10篇

目录



【运动控制】Apollo6.0的LpfCo...

LpfCoefficients解析

1 digital_filter_coefficients.h

2 digital_filter_coefficients.cc

2.1 LpfCoefficients

2.2 LpFirstOrderCoefficients

3 感谢

【运动控制】Apollo6.0的LpfCoefficients解析

原创

yanghq13

2021-07-19 12:02:20

 236

 收藏 5

版权

分类专栏:

Apollo 6.0

文章标签:

自动驾驶

 Apollo 6.0

专栏收录该内容

7 订阅

6 篇文章

订阅专栏

【运动控制】Apollo6.0的LpfCoefficients解析

LpfCoefficients解析

- 1 digital_filter_coefficients.h
- 2 digital_filter_coefficients.cc

- 2.1 LpfCoefficients
- 2.2 LpFirstOrderCoefficients
- 3 感谢

LpfCoefficients解析

知乎：【运动控制】Apollo6.0的LpfCoefficients解析

1 digital_filter_coefficients.h

```
1 #pragma once
2 #include <vector>
3 #include "cyber/common/log.h"
4
5 namespace apollo {
6 namespace common {
7
8 void LpfCoefficients(const double ts, const double cutoff_freq,
9                      std::vector<double> *denominators,
10                     std::vector<double> *numerators);
11
12 void LpFirstOrderCoefficients(const double ts, const double settling_time,
13                               const double dead_time,
14                               std::vector<double> *denominators,
15                               std::vector<double> *numerators);
16
17 } // namespace common
18 } // namespace apollo
19
```

2 digital_filter_coefficients.cc

2.1 LpfCoefficients

Lpf: lowpass filter

从代码分析, 采用的是二阶巴特沃斯低通滤波器, 推导如下

传递函数如下

$$H(S) = \frac{\omega_N^2}{s^2 + 2 * 0.707 * \omega_N * s + \omega_N^2}$$

其中, 阻尼比为0.707。

采用双线性变换, T为采样周期

$$s = \frac{2}{T} \frac{1 - z^{-1}}{1 + z^{-1}}$$

为了简便, 设 $\alpha = \frac{\omega_N T}{2}$, 将上式带入传递函数, 可以得到

$$H(z) = \frac{\frac{\alpha^2(1+2z^{-1}+z^{-2})}{1+\sqrt{2}\alpha+\alpha^2}}{1 + \frac{2(\alpha^2-1)}{1+\sqrt{2}\alpha+\alpha^2}z^{-1} + \frac{1-\sqrt{2}\alpha+\alpha^2}{1+\sqrt{2}\alpha+\alpha^2}z^{-2}}$$

```
1 void LpfCoefficients(const double ts, const double cutoff_freq,
2                      std::vector<double> *denominators,
3                      std::vector<double> *numerators) {
4     denominators->clear();
5     numerators->clear();
6     denominators->reserve(3);
7     numerators->reserve(3);
8
9     double wa = 2.0 * M_PI * cutoff_freq; // Analog frequency in rad/s
10    double alpha = wa * ts / 2.0;          // tan(Wd/2), Wd is discrete freque
11    double alpha_sqr = alpha * alpha;
12    double tmp_term = std::sqrt(2.0) * alpha + alpha_sqr;
13    double gain = alpha_sqr / (1.0 + tmp_term);
14
15    denominators->push_back(1.0);
16    denominators->push_back(2.0 * (alpha_sqr - 1.0) / (1.0 + tmp_term));
17    denominators->push_back((1.0 - std::sqrt(2.0) * alpha + alpha_sqr) /
18                            (1.0 + tmp_term));
19
20    numerators->push_back(gain);
21    numerators->push_back(2.0 * gain);
22    numerators->push_back(gain);
23 }
```

2.2 LpFirstOrderCoefficients

这里的滤波器主要由两个部分组成:

采样系统 - 为0阶保持器, 传递函数如下所示:

$$G_0(s) = \frac{1 - e^{-sT}}{s}$$

一阶滤波系统, 传递函数如下所示:

$$G_1(s) = \frac{1}{s + a}$$

写成数字控制器的形式:

$$G(s) = G_0(s)G_1(s) = (1 - e^{-sT})(\frac{1}{s(s+a)})$$

代入离散变换公式得:

$$G(z) = (1 - z^{-1})(\frac{z(1 - e^{-aT})}{(z-1)(z - e^{-aT})})$$

最终我们可以得到:

$$G(z) = \frac{(1 - e^{-aT})}{(z - e^{-aT})}$$

上述离散公式与apollo代码中的一致, 其中T为采样时间, 与采样频率相关; 参数 $a = 2\pi f$, f 为滤波器带宽, 即为截止频率。

代码相关

代码里令 $\omega = 1/\text{settlingtime}$, 按照上一步的公式推算猜测为估计的截止频率, 单位为rad/s, 不太明白是什么意思

```
1 void LpFirstOrderCoefficients(const double ts, const double settling_time,
2                               const double dead_time,
3                               std::vector<double> *denominators,
4                               std::vector<double> *numerators) {
5     // sanity check
6     if (ts <= 0.0 || settling_time < 0.0 || dead_time < 0.0) {
7         AERROR << "time cannot be negative";
8         return;
9     }
10
11    const size_t k_d = static_cast<size_t>(dead_time / ts); // 死区
12    double a_term;
13
14    denominators->clear();
15    numerators->clear();
16    denominators->reserve(2);
17    numerators->reserve(k_d + 1); // size depends on dead-time
18
19    if (settling_time == 0.0) {
20        a_term = 0.0;
21    } else {
22        a_term = exp(-1 * ts / settling_time);
23    }
24
25    denominators->push_back(1.0);
26    denominators->push_back(-a_term);
27
28    numerators->insert(numerators->end(), k_d, 0.0); // 插入几阶的零
29    numerators->push_back(1 - a_term);
30 }
```

3 感谢

感谢P&C组的张天宇同事对一阶低通滤波器的解析改进。

二阶巴特沃斯有源滤波器设计（word版）

01-09

1 滤波器在通信测量和控制系统中应用非常广泛。理想滤波器应在要求的频带内具有均匀而...

apollo学习之---横向控制代码备注及解析

qq_41593516的 博客

194

横向控制流程图

评论 5

 请发表有价值的评论, 博客评论不欢迎灌水, 良好的社区氛围需大家一起维护。   评论

 flytree1991

博主, 请教一下。为啥这里一阶滤波器还要考虑保持器呢? 而二阶不需要考虑?

回复 4 月前 ...

 flytree1991 回复 yanghq13

哦哦 明白你的意思了 谢谢

回复 4 月前 ...

查看全部 4 条回复

二阶巴特沃斯低通滤波器(BLPF)

05-08

巴特沃斯滤波器通频带内的频率响应曲线最大限度平坦, 没有起伏, 而在阻频带则逐渐下降...

Simulink中构造时变传递函数的四种方法 [最新发布](#) Matlab_Fans技术博客 940

1. 原由传递函数是针对线性时不变 (Linear Time-Invariant, LTI) 系统定义的, 严格来说, ...

【运动控制】Apollo6.0的mpc_controller解析_yanghq13...

9-15

【运动控制】Apollo6.0的mpc_controller解析mpc_controller解析1 Init1.1 输入1.2 动力学模型...

apollo 运动规划算法解析_yangfan111的博客

11-1

参考:apollo 坐标系说明<https://blog.csdn.net/davidhopper/article/details/79162385>apollo 运...

Apollo 6.0 规划算法解析分享

steve_shen0810的 博客

1796

我在知乎开通专栏啦~ 专注分享自动驾驶规划控制算法, 欢迎同方向的同学们一起学习交流...

数字双极点低通滤波器-二阶巴特沃斯滤波器

u013492900的 博客

1601

双极点低通滤波器1 描述 1 描述 最近看到apollo的滤波器代码, 猛一看没整明白, 因此就想...

车辆动力学及控制_Apollo控制算法车辆动力学模型分析（三）

weixin_39631519的 博客

76

欢迎关注微信公众号《不想做科学家的工程师不是好码农》根据上一篇文章《Apollo控制算...

二阶巴特沃斯低通滤波器仿真TLV2252

weixin_30242907的 博客

974

输入频率 10Hz和1Khz混合波形, 通过仿真可以看到输出波形中, 高频信号1khz已经滤除。 ...

【运动控制】Apollo6.0的leadlag_controller解析

weixin_44041199的 博客

408

【运动控制】Apollo6.0的leadlag_controller解析leadlag_controller解析1 leadlag_controller...

Apollo学习笔记（10） 横向控制代码详谈

qq_24649627的 博客

789

Status LatControl::ComputeControlCommand (const Localization::LocalizationEstimate *l...

DXF解析成运动控制程序

lj312302482的 博客

3524

DXF解析成运动控制程序。支持图形显示, 鼠标可放大缩小、平移 支持打印尺寸按比例缩...

【运动控制】连续时间状态方程的离散化

weixin_44041199的 博客

238

连续时间状态方程的离散化1 连续时间状态方程2 离散化2.1 前向差分2.2 后向差分2.3 双线性...

【运动控制】Apollo6.0的lon_controller解析

weixin_44041199的 博客

590

【运动控制】Apollo6.0的lon_controller解析lon_controller解析1 创建纵向控制器1.1 构造函数...

【运动控制】Apollo6.0的pid_controller解析

weixin_44041199的 博客

310

【运动控制】Apollo6.0的pid_controller解析pid_controller解析1 pid_controller.h2 pid_contr...

【滤波器学习笔记】一阶RC低通滤波 [热门推荐](#)

一阶RC低通滤波从模拟到数字 本文整理自网络、《匠人手记》等书籍文章 模拟电路低通滤...

[DSP] Butterworth（巴特沃斯）数字滤波器设计参考

Water's Space

1万

Butterworth（巴特沃斯）滤波器设计参考 在嵌入式音频产品开发过程中经常会到LPF（Low...

© 2021 CSDN 皮肤主题: 数字20 设计师:CSDN官方博客 返回首页

关于我们 招贤纳士 广告服务 开发助手 400-660-0108 kfu@csdn.net 在线客服 工作时间 8:30-22:00 举报

yanghq13 已关注 0 0 5 5   专栏目录