

关于ADRC算法以及参数整定（调参）的一些心得体会

原创 西涯先生 发布于2019-03-11 17:05:44 阅读量 7746 ☆ 收藏

分类专栏： 机器人基础技术

版权声明：本文为博主原创文章，遵循 CC 4.0 BY-SA 版权协议，转载请附上原文出处链接和本声明。
本文链接：https://blog.csdn.net/handsome_for_kill/article/details/88398467

关于ADRC算法以及参数整定（调参）的一些心得体会

ADRC，全称叫做Active Disturbance Rejection Control，中文名是自抗扰控制技术。这项控制算法是由中科院的韩京清教授提出的，对受控对象的数学模型几乎没有任何要求，又在其基础上引入了基于现代控制理论的状态观测器技术，将抗干扰技术融入到系统PID控制设计出了适合在工程实践中广泛应用的全新控制器。

1. ADRC介绍

一般来说，ADRC控制器包括三个组件：跟踪微分器，非线性状态反馈（非线性组合），扩张观测器。ADRC的框图如下（盗图自《从PID技术到“自抗扰”技术》）：

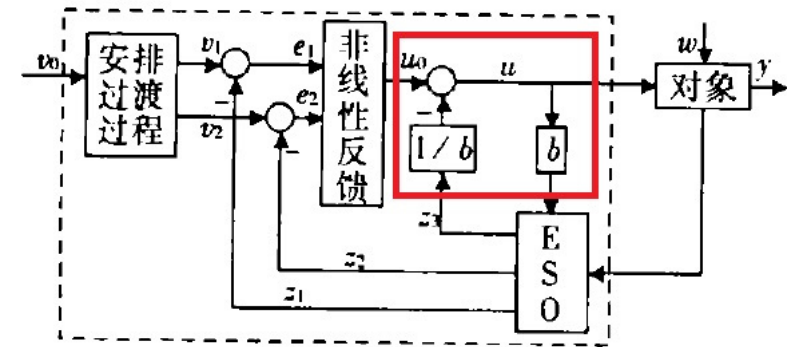


图 6 ADRC 结构框图

简单的介绍下ADRC的结构：

- 安排过渡过程就是跟踪微分器，主要目的就是为了输入量不要有跳变，便于实际系统实时跟踪。
- 非线性反馈实际上就是PD控制的进阶版本，PD控制计算控制律的方法是线性加权的，而非线性反馈则先用了非线性函数对误差和误差的微分进行加权。
- 扩张观测器（ESO）是一个状态观测器，一般观测器仅观测系统的状态，只有输出和输出的导数（速度）。但是这里对输出的导数的导数（加速度测，这里也就是所谓的扰动，对扰动进行了观测。观测器的状态量也由此扩张了一维，因此叫做扩张观测器。（目前对观测器的认识还非常粗浅，指正。）
- 扰动补偿部分，也就是框图中间的红框部分。这里是整个ADRC的核心部分，说成是ADRC的灵魂也不为过。扰动补偿的核心思想就是要将原系统改造为积分器级联的二阶系统，这样即使是最普通的PD控制器也可以对其进行控制。在这个改造过程中，补偿量u综合考虑了系统内部扰动、外不确定性等等。这个补偿的原理也可以详细阅读韩老师的《从PID技术到“自抗扰控制”技术》，非常简单，但是非常高明。

2. 线性ADRC的参数整定

注意，这里介绍的是线性ADRC的参数整定方式。ADRC分为三部分，跟踪微分器的参数整定比较容易，很多地方都有介绍，这里就不再细说了。这里参数的整定方法。首先线性ADRC的公式罗列如下：

🔊

举报

$$\begin{aligned} e &= z_1(k) - y(k) \\ z_1(k+1) &= z_1(k) + h \cdot (z_2(k) - \beta_{01} e) \\ z_2(k+1) &= z_2(k) + h \cdot (z_3(k) - \beta_{02} e + b u(k)) \\ z_3(k+1) &= z_3(k) - h \cdot \beta_{03} e \\ e_1 &= v_1(k) - z_1(k), \quad e_2 = v_2(k) - z_2(k) \\ u_0 &= k_p e_1 + k_d e_2 \\ u(k) &= u_0 - z_3(k)/b \end{aligned}$$

26



24















其中，重要的参数包括六个：

$$\beta_{01}, \beta_{02}, \beta_{03}, k_p, k_d, b$$

- $\beta_{01}, \beta_{02}, \beta_{03}$ 是观测器的参数，根据高志强老师的研究结论（参考论文《Scaling and bandwidth-parameterization based controller tuning》），依据观测器带宽的概念来设计参数，即 $\beta_{01} = 3\omega_o$ ， $\beta_{02} = 3\omega_o^2$ ， $\beta_{03} = \omega_o^3$ 。其中， ω_o 是观测器带宽。
- k_p, k_d 相当于PD控制器的增益参数。
- b 是补偿系数，和被控对象模型有一定关系。

根据高老师的结果，那么我们的线性ADRC需要整定的参数就只剩下四个了：

$$\omega_o, k_p, k_d, b$$

2.1 关于这四个参数有什么整定规律呢？

关于带宽 ω_o

- 当扰动频率低时，用太大的带宽，会让 z_3 的抖震很大，自然输出抖震也很大。但是随着扰动频率增加，用大的带宽就没有问题，也不会有抖震。
- 当带宽增加时， z_3 的估计值明显变大了，也就是扰动的补偿量会变大。也就是说，当扰动频率增加时，用大一点的带宽可以更好的抑制扰动。

关于补偿系数 b

- 加大 b 能减少 ω_o 变大带来的抖震，但是加大 b 就会让扰动的补偿量变小，抑制扰动的效果可能会有折扣。

关于 k_p, k_d

- 固定 ω_o 和 b 的情况下，增加 k_p 对扰动补偿的幅值没有任何影响，即与扰动的补偿无关。但是 k_p 增加到一定程度以后，也会引发抖震现象。这个时候可以减少抖震。另外，大带宽和大 k_p 带来的控制效果会更好。同样，这个时候增加 b 也可以减少抖震，但是控制效果会变差。
- 当 k_d 过大的时候，也会引起抖震。当 k_d 比较大的时候，带宽就不能设置得太大了。 k_d 过大引发的抖震绝对不可以用提高带宽来解决，必须通过增加 b 来抑制。一般而言，加大 b 都会使得控制效果大打折扣。可以通过减小 k_p 来克服，这样控制效果不会有太大的损失。

当被控对象发生抖震时，可能的解决方法有：

- 抖震发生时，减小带宽、增大 b 、减小 k_d 、或者增大 k_p （大带宽对应大 k_p ）、减小 k_p （ k_p 太大引发抖震）都有可能可以解决问题。

2.2 参数整定策略

1、固定一个 b ，设定较小的 k_p 和 k_d ，之后尽可能选用大的带宽。

1

带宽多大合适？

2

一是，看扰动补偿的输出大小和实际系统可接受的输入范围是否匹配；

3

二是看是否已经发生了抖震现象。

2、选定好带宽以后，逐步调高 k_p 和 k_d 。

3、在 ω_o, k_p, k_d 三个参数都调好了，但是控制效果依然不满意，可以尝试调整 b ，之后再进行一次上述过程。

另外，如果对应最开始选定的 b ，找不到稳定的 ω_o, k_p, k_d ，那么就加大 b ，直到可以找到稳定的 ω_o, k_p, k_d 。

2.3 前面一切都是浮云，这才是重点！！

最后，我想说，前面的这些都是我的经验之谈，没有经过任何的理论分析，未必适合你的应用。尽管我花了很长时间，希望找到一份资料，给出关于ADRC的权威的理论，但是最后也是徒劳无功。所以，我要给出最重要的一个方法论了。如果你只想把ADRC在你的实验平台上用一用的话，完全可以按照下面的步骤来行事！

首先，在Simulink里搭建被控对象的仿真模型；其次，固定三个参数，单纯改变一个参数，观察每个状态量的变化趋势；再次，总结每个参数对系统的影响；最后，你就能找到对于你的系统的参数整定方法啦！

3. 最后的最后，关于实际控制的一点小贴士


- 如果你是控制电机的话，除了电机本身，**电机驱动板的选择**对于你的控制精度也是非常非常重要的。
- 在仿真里做得很好，但是实际系统里是有限幅的，这是导致系统非线性的重要原因。
- 传感器的采样频率**也是影响控制效果的重要因素，尤其是控制频率比较高时。
- 仿真还是很有必要的！

👍 点赞 26


☆ 收藏

🔗 分享

...



西涯先生

 博客专家

发布了44 篇原创文章 · 获赞 123 · 访问量 11万+

ADRC学习

阅读数 1万+

学习ADRC先从提出这个算法的论文《从PID技术到“自抗扰控制”技术》开始。[http...](#) [博文](#) | 来自: [Wanderi...](#)

 想对作者说点什么



!Is_Empty()

1周前 #10楼


博主，为什么你给的是 $u=u_0-z_3/b$ ，但有的文献上写的是 $u=(u_0-z_3)/b$ 呢？



qq_37199613

4个月前 #9楼


请教一下，h是一个什么参数，与采样周期有关系吗



逼上梁山二把刀

3周前 #8楼


楼主这个非线性反馈用的是PD控制啊 ($u_0 = k_p \cdot e_1 + k_d \cdot e_2$)，我看有文献用 $u_0 = \beta_1 \cdot fal(e_1, a_1, d_1) + \beta_2 \cdot fal(e_2, a_2, d_2)$ ，参数又多了。。。

 西涯先生

回复 逼上梁山二把刀

3周前


这里说的就是线性ADRC



阳帆_great!

1个月前 #7楼


仿真的时候h是不是就是步长



与你习惯

1个月前 #6楼


博主您好，请教一下，为什么在有的文献将未知扰动设置成三角函数啊，小白一枚



kook_赵

3个月前 #5楼

请教一下，增大 w_0 系统容易振荡，但是设定一个 w_0 后，调节 K_p 、 K_d 到一个系统接近振荡的值，系统的响应还是很慢。之后减小 b 再继续调依旧如此，请问有什么好的




kook_赵

回复 西涯先生

3个月前

可以的话，能否加个qq或者微信交流下呢？




kook_赵

回复 西涯先生

3个月前

嗯嗯谢谢您，确实是这样，感觉 b 值对系统影响很大。我是调好了PID以后想用ADRC试一试，仿真时候感觉ADRC比PID响应快，而且在外扰下系统输出波动更小的时候感觉并不是这样哦。




西涯先生

回复 kook_赵

3个月前


可以试试PID能否获得较好的控制效果，ADRC一般可以达到PID的效果。调参的话，一般 w_0 越大响应越快，但如果 w_0 会导致振荡的话，建议用大的 b 。也就是响应快的话，尽量选用大的 w_0 和大的 b



qq_29892121

6个月前 #4楼

想要请问一下，输入值是1，调整参数时 z_1 追踪不上，一直在0附近徘徊，输出无抖震，如果增大 w_0 ，输出就会出现较大抖震，调大 b_0 或者 w_c 也不行，抖震，这是什




qq_29892121

回复 qq_29892121

6个月前

可否指教一下，一开始的 b 取多少比较好？看的文献里 b 的值从零点几到几百都有，不知道该怎么确定



西涯先生


回复 qq_29892121

6个月前


https://blog.csdn.net/handsome_for_kill/article/details/88398467

3/10


跟不上的话，试试用大的kp。w0太大的话会抖震，要减小w0

**qq_45078216**6个月前#3楼

请问有没有simlink仿真模型可以参考？

**妮丹**7个月前#2楼

有没有simulink仿真模型呀

**majorshu**7个月前#1楼

都是好东东

👍26

🔗

💬24

📖

☆

📱

<

>

🏆

👤

(ADRC)自抗扰控制器学习总结（一）

ADRC自抗扰控制基本思想要点：1.标准型与总扰动，扩张状态与扰动整体辨识，微分...[博文](#) | 来自：[IM_GD](#)

阅读数 2万+

ADRC控制算法仿真（基于MATALB和Simulink）

ADRC控制算法仿真（基于MATALB和Simulink） 首先放仿真结果仿真文件下载首先...[博文](#) | 来自：[qq_3324...](#)

阅读数 3051

6.5——ADRC学习

深刻理解PID1. 典型的传递函数——一惯性环节一个储能元件（如电感，电容）...[博文](#) | 来自：[finnmast...](#)

阅读数 2310

(ADRC)自抗扰控制器（二）——四旋翼无人机

自抗扰四旋翼控制中的几个问题：自抗扰控制器包含三大部分：TD微分跟踪器：微风...[博文](#) | 来自：[IM_GD](#)

阅读数 5837

ADRC算法Auto Disturbances Rejection control

自抗扰控制 其中， $e=v(t)-y(t)$ 是控制系统参考输入量 $v(t)$ 与被控对象输出量 $y(t)$ 之间的...[博文](#) | 来自：[shuijingh...](#)

阅读数 4490

「运动控制」“ADRC自抗扰控制技术”研究

近年来，虽然现代控制理论取得了一系列成果，但是在工业领域的应用并没有代替PID...[博文](#) | 来自：[Robot_St...](#)

阅读数 951

ADRC学习笔记（一）

近期正在自学自抗扰技术，不得不感叹韩老师乃神人也！话不多说先把这两天的学习...[博文](#) | 来自：[weixin_3...](#)

阅读数 811

推荐系统调参心得

learning rate. 学习率决定了这个模型能不能训起来。learning rate 基本能解决80%...[博文](#) | 来自：[weixin_4...](#)

阅读数 39

14位享誉全球的程序员

本文转载至：<http://www.cricode.com/2922.html>[博文](#) | 来自：[闲云孤鹤](#)

阅读数 3510


6.5——ADRC学习 - finnmaster的博客 - CSDN博客


[ADRC算法Auto Disturbances Rejection control - shuij..._CSDN博客](#)


爬虫小程序 - 爬取王者荣耀全皮肤


王者荣耀全皮肤图片爬取[博文](#) | 来自：[君莫笑](#)

阅读数 2万+

**WanderingSIN**29篇文章
[关注](#) 排名:千里之外

**qq_27270029**48篇文章
[关注](#) 排名:千里之外

**maitd**29篇文章
[关注](#) 排名:千里之外

**finnmaster**3篇文章
[关注](#) 排名:千里之外

[Auto Disturbances Rejection Control \(ADRC\) Techniqu..._CSDN博客](#)

[...的Solidworks机械设计教程 - 西涯先生的博客 - CSDN博客...](#)

我的 Input框 不可能这么可爱

作者：陈大鱼头github：KRISACHAN<input /> 标签是我们日常开发中非常常...[博文](#) | 来自：[鱼头的We...](#)

阅读数 4万+

从入门到精通，Java学习路线导航（附学习资源）

引言最近也有很多人来向我“请教”，他们大都是一些刚入门的新手，还不了解这个行...[博文](#) | 来自：[java_sha...](#)

阅读数 1万+

🔊

👤

...——从贝叶斯滤波到卡尔曼(中) - 西涯先生的博客 - CSDN博客...


<div><div>ADRC学习 - Wandering的博客 - CSDN博客</div></div>	<div><div><div></div><div>26</div></div></div>
<div><div><div>如何优雅的爬妹子网</div><div>from urllib import requestimport osfrom user_agents import ua_listimport tim... 博文 来自: weixin_4...</div><div>阅读量 3万+</div></div></div>	<div><div><div></div><div>24</div></div><div><div></div><div>24</div></div><div><div></div><div></div></div></div>
<div><div><div>花了20分钟，给女朋友们写了一个web版群聊程序</div><div>参考博客[1]https://www.byteslounge.com/tutorials/java-ee-html5-websocket-e... 博文</div><div>阅读量 2万+</div></div></div>	<div><div><div></div><div></div></div></div>
<div><div>...阅读笔记3——刚体的运动(三) - 西涯先生的博客 - CSDN博客...</div></div>	<div><div><div></div><div></div></div></div>
<div><div><div>程序员实用工具网站</div><div>目录1、搜索引擎2、PPT3、图片操作4、文件共享5、应届生招聘6、程序员面试题库... 博文 来自: 不脱发的...</div><div>阅读量 22万+</div></div></div>	<div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div>
<div><div><div>浏览 GitHub 太卡了？教你两招！</div><div>老实说，GitHub在国内的使用体验并不算太好，这其中最大的原因就是网络了。GitH... 博文 来自: 江南一点...</div><div>阅读量 3万+</div></div></div>	<div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div>
<div><div><div>dp</div><div>2.1斐波那契系列问题2.2矩阵系列问题2.3跳跃系列问题3.1 01背包3.2 完全背包3.3多... 博文</div><div>阅读量 255</div></div></div>	<div><div><div></div><div></div></div></div>
<div><div><div>Java入门学习路线目录索引（持续更新中）</div><div>新增：Redis 入门【Redis缓存】- 入门——Redis介绍和环境搭建【Redis缓存】- Re... 博文 来自: oneStar...</div><div>阅读量 1万+</div></div></div>	
<div><div><div>Auto Disturbances Rejection Control (ADRC) Technique阅读</div><div>上机器人课程讲控制的时候偶然听老师提到ADRC，所以去查阅了一下相关资料，记录... 博文 来自: mrhcat的...</div><div>阅读量 5362</div></div></div>	
<div><div><div>机器人运动估计系列（番外篇）——从贝叶斯滤波到卡尔曼（中）</div><div>机器人运动估计系列（番外篇）——从贝叶斯滤波到卡尔曼（中）上一篇文章里介绍... 博文 来自: 西涯先生...</div><div>阅读量 3587</div></div></div>	
<div><div><div>吃人的那些 Java 名词：对象、引用、堆、栈</div><div>作为一个有着 8 年 Java 编程经验的 IT 老兵，说起来很惭愧，我被 Java 当中的四五... 博文 来自: 沉默王二</div><div>阅读量 2万+</div></div></div>	
<div><div><div>对计算机专业来说学历真的重要吗？</div><div>我本科学校是渣渣二本，研究生学校是985，现在毕业五年，校招笔试、面试，社招面... 博文 来自: 启舰</div><div>阅读量 13万+</div></div></div>	
<div><div><div>LeetCode解题汇总目录</div><div>此篇为LeetCode刷题的汇总目录，方便大家查找，一起刷题，一起PK交流！已解题目... 博文 来自: Michael...</div><div>阅读量 1万+</div></div></div>	
<div><div><div>python 程序员进阶之路：从新手到高手的100个模块</div><div>在知乎和CSDN的圈子里，经常看到、听到一些 python 初学者说，学完基础语法后，... 博文 来自: Python作...</div><div>阅读量 7万+</div></div></div>	
<div><div><div>程序员真是太太太太有趣了！！</div><div>点击上方“程序员小明”，选择“星标”今晚可以不加班！网络上虽然已经有了很多... 博文 来自: 程序员小明</div><div>阅读量 5万+</div></div></div>	
<div><div><div>程序员必须掌握的核心算法有哪些？</div><div>由于我之前一直强调数据结构以及算法学习的重要性，所以就有一些读者经常问我，... 博文 来自: 帅地</div><div>阅读量 9万+</div></div></div>	
<div><div><div>Python——画一棵漂亮的樱花树（不同种樱花+玫瑰+圣诞树喔）</div><div>最近翻到一篇知乎，上面有不少用Python（大多是turtle库）绘制的树图，感觉很漂... 博文 来自: 碎片</div><div>阅读量 6万+</div></div></div>	
<div><div><div>消灭 Java 代码的“坏味道”</div><div>消灭 Java 代码的“坏味道” 原创： 王超 阿里巴巴中间件 昨天 导读明代王阳明先生在... 博文 来自: diaojin68...</div><div>阅读量 324</div></div></div>	
<div><div><div>GitHub开源的10个超棒后台管理面板</div><div>目录1、AdminLTE2、vue-Element-Admin3、tabler4、Gentelella5、ng2-admin6... 博文 来自: 不脱发的...</div><div>阅读量 6万+</div></div></div>	<div><div><div></div><div>举报</div></div></div>
<div><div><div>一文读懂一台计算机是如何把数据发送给另一台计算机的</div><div>来源：苦逼的码农（ID：di201805）前言天各一方的两台计算机是如何通信的呢？在... 博文 来自: Java团长...</div><div>阅读量 362</div></div></div>	

<div>史上最详细的IDEA优雅整合Maven+SSM框架（详细思路+附带源码）</div> <div>阅读数 7万+</div> <div>网上很多整合SSM博客文章并不能让初探ssm的同学思路完全的清晰，可以试着关掉...博文 来自：程序员宜...</div>	<div><div></div><div>26</div></div> <div><div></div><div>24</div></div> <div><div></div><div></div></div> <div><div></div><div></div></div> <div><div></div><div></div></div> <div><div></div><div></div></div> <div><div></div><div></div></div>
<div>10 个最难回答的 Java 问题</div> <div>阅读数 1658</div> <div>1.为什么等待和通知是在 Object 类而不是 Thread 中声明的？一个棘手的 Java 问题...博文 来自：aaa1326...</div>	<div><div></div><div></div></div>
<div>Linux文件操作高频使用命令</div> <div>阅读数 3万+</div> <div>文章目录0.新建操作：1.查看操作2.删除操作3.复制操作4.移动操作：5.重命名操作：6....博文 来自：不能如期...</div>	<div><div></div><div></div></div>
<div>数据结构：史上最全排序算法合集</div> <div>阅读数 6917</div> <div>收录总结了计数排序，选择排序，冒泡排序，基数排序以待更新博文 来自：小那猿同...</div>	<div><div></div><div></div></div>
<div>ADRC(一)——跟踪微分器TD</div> <div>阅读数 1537</div> <div>1.传递函数$W(s)=r2s2+2rs+r2$$W(s)=\frac{r^2}{s^2+2rs+r^2}$$W(s)=s2+2rs+r2$...博文 来自：LWhzy6...</div>	<div><div></div><div></div></div>
<div>免费好用的外网映射工具</div> <div>阅读数 1056</div> <div>写在前面的话ngrok就不多说了，作为一款免费又好用的映射工具，绝对是你调试程序...博文 来自：weixin_4...</div>	<div><div></div><div></div></div>
<div>ADRC学习笔记（二）</div> <div>阅读数 390</div> <div>1.最速跟踪微分器TD它的离散表达式为：参数中：V(t)是目标值h、h0为积分步长，一...博文 来自：weixin_3...</div>	<div><div></div><div></div></div>
<div>HTML CSS整理笔记</div> <div>阅读数 2万+</div> <div>常见字体单位：1.em移动端常用的字体尺寸单位，说白em就相当于“倍”，比如设置...博文 来自：Lin16819...</div>	
<div>一些心得体会</div> <div>阅读数 37</div> <div>1.将错误记录成日志形式2.书籍的内容不需要完全的记录下来，像什么常用方法，完全...博文 来自：ZHWVIC...</div>	
<div>从入门到精通，Java学习路线导航</div> <div>阅读数 8万+</div> <div>引言 最近也有很多人来向我"请教"，他们大都是一些刚入门的新手，还不了解这个行...</div>	<div><div></div><div></div></div>
<div>史上最全的mysql基础教程</div> <div>阅读数 3万+</div> <div>启动与停止 启动mysql服务 <code>sudo /usr/local/mysql/support-files/mysql.server sta...</code>博文</div>	
<div>有哪些让程序员受益终生的建议</div> <div>阅读数 7万+</div> <div>从业五年多，辗转两个大厂，出过书，创过业，从技术小白成长为基层管理，联合几...</div>	<div><div></div><div></div></div>
<div>linux系列之常用运维命令整理笔录</div> <div>阅读数 1万+</div> <div>本博客记录工作中需要的linux运维命令，大学时候开始接触linux，会一些基本操作， ...博文</div>	
<div>大学四年，我把私藏的自学「学习网站/实用工具」都贡献出来了</div> <div>阅读数 9万+</div> <div>在分享之前，先说说初学者如何学习编程，这个话题想必非常的重要，要学好编程， ...博文</div>	
<div>中国麻将：世界上最早的区块链项目</div> <div>阅读数 5万+</div> <div>中国麻将：世界上最早的区块链项目 最近区块链这个玩意又被市场搞的很是火热，相...</div>	<div><div></div><div></div></div>
<div>比特币原理详解</div> <div>阅读数 4万+</div> <div>一、什么是比特币 比特币是一种电子货币，是一种基于密码学的货币，在2008年11月...</div>	<div><div></div><div></div></div>
<div>Python 基础（一）：入门必备知识</div> <div>阅读数 3万+</div> <div>Python 入门必备知识，你都掌握了么？博文</div>	
<div>兼职程序员一般可以从什么平台接私活？</div> <div>阅读数 8万+</div> <div>这个问题我进行了系统性的总结，以下将进行言简意赅的说明和渠道提供，希望对各...</div>	<div><div></div><div></div></div>
<div>Ngrok：超简单的内网穿透，了解一下？</div> <div>阅读数 1万+</div> <div>【1】什么是内网穿透？ 首先，我们生活中的网络从应用上可以分为内网和外网；内...</div>	<div><div></div><div></div></div>
<div>反射全解</div> <div>阅读数 1万+</div> <div>反射的概念 反射的引入： <code>Object obj = new Student();</code> 若程序运行时接收到外部传...</div>	<div><div></div><div></div></div>

<div>Python十大装B语法</div> <div>Python 是一种代表简单思想的语言，其语法相对简单，很容易上手。不过，如果就此...</div>	<div>阅读数 8万+</div> <div>博文</div>	<div><div><div>👍</div><div>26</div></div><div><div>🔗</div></div><div><div>💬</div><div>24</div></div><div><div>📖</div></div><div><div>☆</div></div><div><div>📱</div></div><div><div><</div></div><div><div>></div></div><div><div>赏</div></div><div><div>脉</div></div></div>
<div>数据库优化 - SQL优化</div> <div>从一个示例入手，带你一步一步掌握SQL优化的技巧！</div>	<div>阅读数 1万+</div> <div>博文</div>	
<div>2019年11月全国程序员工资统计，区块链工程师比算法工资高。</div> <div>我每个月第一天（也许是第二天，第三天），会爬招聘网站，并在CSDN发布。 趋势 ...</div>	<div>阅读数 1万+</div> <div>博文</div>	
<div>通俗易懂地给女朋友讲：线程池的内部原理</div> <div>餐盘在灯光的照耀下格外晶莹剔透，女朋友拿起红酒杯轻轻地抿了一小口，对我说： ...</div>	<div>阅读数 7687</div> <div>博文</div>	
<div>送给单身猿们的表白神器</div> <div>问天下男生，有谁想单身？又有谁想单身一辈子？ 虽然本人也是单身狗，但是也是有...</div>	<div>阅读数 2万+</div> <div>博文</div>	<div><div><div>赏</div></div><div><div>脉</div></div></div>
<div>python学习目录</div> <div>这是我学习python的一套流程，从入门到上手 一、Python入门、环境搭建、变量、 ...</div>	<div>阅读数 2万+</div> <div>博文</div>	
<div>刷了几千道算法题，这些我私藏的刷题网站都在这里了！</div> <div>遥想当年，机缘巧合入了 ACM 的坑，周边巨擘林立，从此过上了"天天被虐似死狗"的...</div>	<div>阅读数 4万+</div> <div>博文</div>	
<div>别翻了，这篇文章绝对让你深刻理解java类的加载以及ClassLoader源码分...</div> <div>点进文章的盆友不如先来出一道非常常见的面试题，如果你能做出来，可能你早已掌...</div>	<div>阅读数 1万+</div> <div>博文</div>	
<div>项目中的if else太多了，该怎么重构？</div> <div>介绍 最近跟着公司的大佬开发了一款IM系统，类似QQ和微信哈，就是聊天软件。我...</div>	<div>阅读数 2万+</div> <div>博文</div>	<div><div><div>赏</div></div><div><div>脉</div></div></div>
<div>Nginx 原理和架构</div> <div>Nginx 是一个免费的，开源的，高性能的 HTTP 服务器和反向代理，以及 IMAP / PO...</div>	<div>阅读数 9345</div> <div>博文</div>	
<div>《吊打面试官》系列-Redis终章_凛冬将至 FPX_新王登基</div> <div>你知道的越多，你不知道的越多 点赞再看，养成习惯 前言 Redis在互联网技术存储方...</div>	<div>阅读数 2255</div> <div>博文</div>	
<div>如何利用python制作一个解压缩软件</div> <div>如何利用python制作一个解压缩软件 python实现解压缩的重要模块就是——zipfile...</div>	<div>阅读数 3627</div> <div>博文</div>	
<div>YouTube排名第一的励志英文演讲《Dream(梦想)》</div> <div>Idon’ t know what that dream is that you have, I don’t care how disappointing...</div>	<div>阅读数 2万+</div> <div>博文</div>	<div><div><div>赏</div></div><div><div>脉</div></div></div>
<div>动画图解：十大经典排序算法动画与解析，看我就够了！（配代码完整版）</div> <div>排序算法是《数据结构与算法》中最基本的算法之一。 排序算法可以分为内部排序和...</div>	<div>阅读数 2万+</div> <div>博文</div>	
<div>“狗屁不通文章生成器” 登顶GitHub热榜，分分钟写出万字形式主义大作</div> <div>一、垃圾文字生成器介绍 最近在浏览GitHub的时候，发现了这样一个骨骼清奇的雷人...</div>	<div>阅读数 4万+</div> <div>博文</div>	
<div>程序员：我终于知道post和get的区别</div> <div>是一个老生常谈的话题，然而随着不断的学习，对于以前的认识有很多误区，所以还...</div>	<div>阅读数 5万+</div> <div>博文</div>	
<div>Java世界最常用的工具类库</div> <div>Apache Commons Apache Commons有很多子项目 Google Guava 参考博客</div>	<div>阅读数 1万+</div> <div>博文</div>	<div><div><div>👂</div></div><div><div>举报</div></div></div>
<div>爬坑记：论开发习惯的重要性。。。</div> <div>问题：做一个网游游戏服务器的时候，当一个玩家死亡后，在其他客户端能看到该玩...</div>	<div>阅读数 606</div> <div>博文</div>	
<div>程序员把地府后台管理系统做出来了，还有3.0版本！12月7号最新消息：已...</div> <div>第一幕：缘起 听说阎王爷要做个生死簿后台管理系统，我们派去了一个程序员..... 99...</div>	<div>阅读数 4万+</div> <div>博文</div>	
<div>网易云6亿用户音乐推荐算法</div> <div>网易云音乐是音乐爱好者的集聚地，云音乐推荐系统致力于通过 AI 算法的落地，实现...</div>	<div>阅读数 1万+</div> <div>博文</div>	

<div>小白学 Python (24) : Excel 基础操作 (下)</div> <div>人生苦短，我选Python 前文传送门 小白学 Python (1) : 开篇 小白学 Python (2) ...</div>	阅读数 1万+	博文	
<div>小白都能看得懂的java虚拟机内存模型</div> <div>目录 一、虚拟机 二、虚拟机组成 1.栈 栈帧 2.程序计数器 3.方法区 对象组成 4.本地方...</div>	阅读数 6858	博文	<div><div>👍26</div><div>🔗</div></div>
<div>shell脚本基础</div> <div>shell简介：shell是一种脚本语言，可以使用逻辑判断、循环等语法，可以自定义函数...</div>	阅读数 1万+	博文	<div><div>💬24</div><div>📖</div></div>
<div>深入理解HashMap</div> <div>什么是 HashMap？ HashMap 是基于哈希表的 Map 接口是实现的。此实现提供所...</div>	阅读数 7393	博文	<div><div>☆</div></div>
<div>《吊打面试官》系列-消息队列基础</div> <div>你知道的越多，你不知道的越多 点赞再看，养成习惯 GitHub上已经开源 https://gith...</div>	阅读数 1万+	博文	<div><div>📱</div><div><</div></div>
<div>碎片化的时代，如何学习</div> <div>今天周末，和大家聊聊学习这件事情。在如今这个社会，我们的时间被各类 APP 撕的...</div>	阅读数 3737	博文	<div><div>></div></div>
<div>【Java面试官】史上最全的JAVA专业术语面试100问</div> <div>春风如贵客，一到便繁华。各位看官点赞再看，养成好习惯(●`v`●) gitee上已经开源...</div>	阅读数 1万+	博文	<div><div>🏆</div><div>👤</div></div>
<div>27 个提升开发幸福度的 VsCode 插件</div> <div>作者：Jsmanifest 译者：前端小智 来源：Medium Visual Studio Code（也称为VS...</div>	阅读数 1万+	博文	
<div>腾讯“疯狂”开源！</div> <div>作者 马超 责编 胡巍巍 出品 CSDN（ID：CSDNnews） 近日，腾讯自研的万亿级...</div>	阅读数 1万+	博文	
python json java mysql pycharm android linux json格式 c#框架设计 c# 删除数据库 c# 中文文字 图片转 c# 成员属性 接口 c#如何将程序封装 16进制负数转换 c# c#练手项目 c#字段在哪 加入 c# 的asp网页倒计时 c# 模拟 鼠标			

没有更多推荐了，[返回首页](#)



西涯先生

5 博客专家

[TA的个人主页 >](#)

原创

44

粉丝

149

获赞

123

评论

84

访问


11万+

等级: 博客 5

周排名: 1万+

积分: 1807

总排名: 3万+

勋章: 

关注

私信

最新文章

MATLAB：对于状态空间方程的系统辨识


两连杆机器鱼的简单建模以及MATLAB仿真 (2)

两连杆机器鱼的简单建模以及MATLAB仿真

机器人动力学建模之刚体动力学基础学习

机器人动力学建模之牛顿欧拉法推导

分类专栏



举报

https://blog.csdn.net/handsome_for_kill/article/details/88398467

8/10



编程基础知识

15篇



Ubuntu

7篇



TX1

2篇



HandsFree

3篇



机器人基础技术

12篇

展开

归档

2019年11月

1篇

2019年10月

2篇

2019年8月

1篇

2019年7月

2篇

2019年6月

2篇

2019年5月

6篇

2019年4月

2篇

2019年3月

1篇

展开

热门文章

Ubuntu 14.04 将其他盘挂载到/home的子目录下

阅读数 16413

error This file requires compiler and library support for the ISO C++ 2011

阅读数 10660

Ubuntu14.04：By not providing "FindEigen3.cmake" in

阅读数 9101

Ubuntu14.04 安装GNOME Shell（设置个性桌面）

阅读数 8301

关于ADRC算法以及参数整定（调参）的一些心得体会

阅读数 7697

最新评论

关于ADRC算法以及参数整定（调参...

cdwlil：我打错了，是减号

关于ADRC算法以及参数整定（调参...

cdwlil：u0-z3/b我的没稳定

关于ADRC算法以及参数整定（调参...

Krulwerz：[reply]cdwlil[/reply] (u0+z3)/b是什么情况，为什么是加号？其实u=u0-z3/b和u=...

关于ADRC算法以及参数整定（调参...

cdwlil：目前国内论文存在这两种公式，但是我发现只有(u0+z3)/b这个公式才能收敛

关于ADRC算法以及参数整定（调参...

Krulwerz：博主，为什么你给的是u=u0-z3/b，但有的文献上写的是u=(u0-z3)/b呢？



程序人生



CSDN资讯



26





24

















举报

 QQ客服

 kefu@csdn.net

 客服论坛

 400-660-0108

工作时间 8:30-22:00

关于我们 | 招聘 | 广告服务 | 网站地图

京ICP备19004658号 经营性网站备案信息

 公安备案号 11010502030143

©1999-2019 北京创新乐知网络技术有限公司

公司

网络110报警服务

北京互联网违法和不良信息举报中心

中国互联网举报中心 家长监护 版权申诉

 26



 24


















举报