

原

基于Spark框架的大型分布式矩阵求逆运算实现（二）——大型下三角矩阵求逆运算

2018年02月25日 11:19:38 九尾狸猫 阅读数：667

版权声明：本文为博主原创文章，未经博主允许不得转载。 https://blog.csdn.net/qq_31687015/article/details/79367047

基于实际需要，需要对五百万阶的方阵进行求逆运算，但查看Spark（v. 2.2.0）的官方api并没有此方面的信息，就自己尝试着写一个；

先说一下原理：

对于一个可逆矩阵A，必然会得到它的唯一LU分解，即分解为一个下三角矩阵L和一个上三角矩阵U使得 $A=L*U$ ；

我们需要求得的问题是A的逆矩阵A⁻¹，已知 $A=LU$ ， $A*A^{-1}=E$ ，所以 $A^{-1}=U^{-1}*L^{-1}$ ；

由线性代数知识可知，一个下三角矩阵的逆必然也是下三角矩阵；

又因为，逆的转置等于转置的逆，即， $(U^{-1})^T=(U^T)$ ，而U^T和L一样是下三角矩阵，可以实现代码复用；

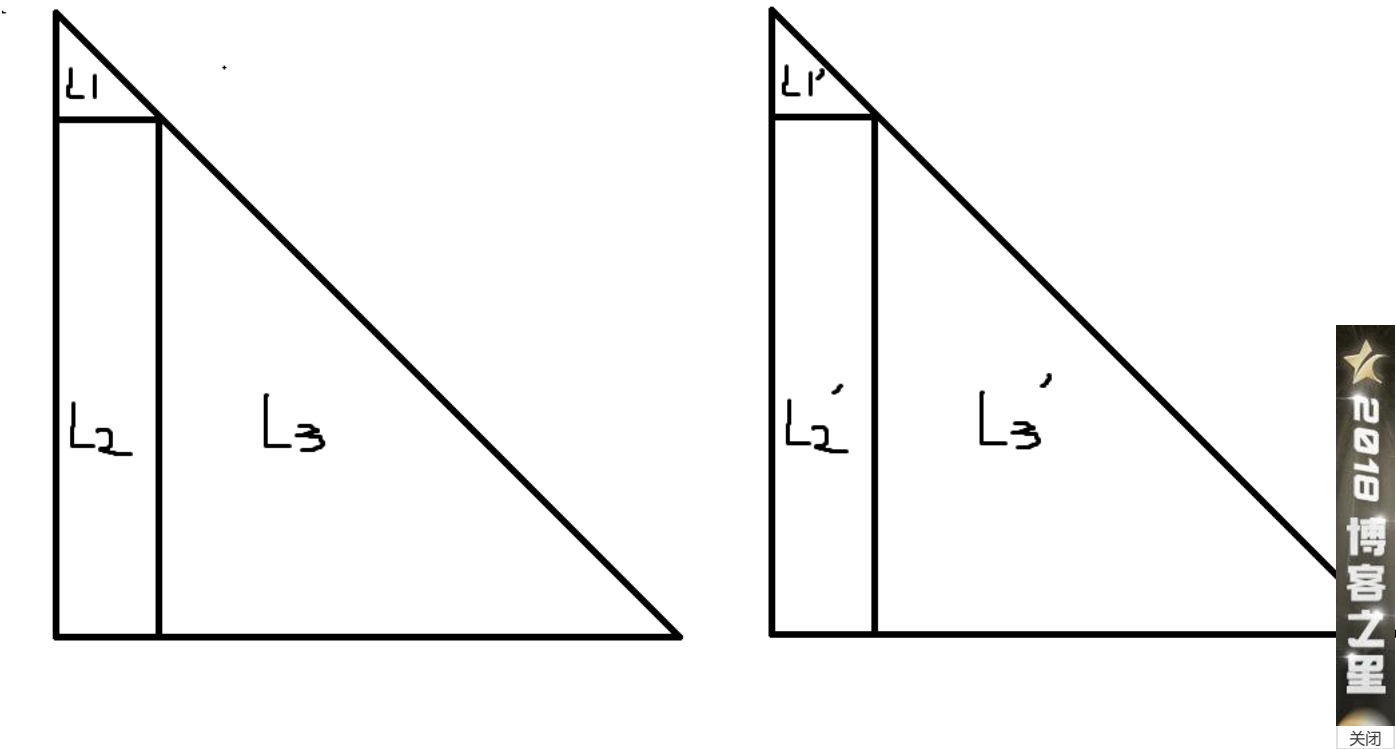
所以问题便转化成了，

- （一）大型可逆矩阵的LU分解
- （二）大型下三角矩阵的求逆

第一部分由我的同学实现，之后会放出链接；这里主要讲一下大型下三角矩阵求逆的方法和实现；

大型矩阵运算，因为数据量过大，无法在单台计算机上进行，故需要进行并行化处理，这里采用分块矩阵乘法的思想。

首先设定一个步长s，使得阶数为s的方阵可以在单台节点上进行求逆运算。



根据分块矩阵乘法，

$$\begin{aligned} L_1 * L_1' &= E \\ L_2 * L_1' + L_3 * L_2' &= 0 \\ L_3 * L_3' &= E \end{aligned}$$

化简可知，

$$L1' = (L1)'$$

$$L2' = -(L3)' * L2 * (L1)'$$

$$L3' = (L3)'$$

如此一来。只要知道 $(L3)'$ ，便可以知道整个矩阵的逆，而 $(L3)'$ 同样是下三角矩阵，如此一来便可以进行迭代，当迭代到 $L3$ 的步长不大于 s 时，便可以在点上计算，如此一来，便可以反推回整个矩阵的逆；

下面进入实际实现部分：

1. 基于Spark的api，将HDFS上的矩阵加载到内存中，类型为 BlockMatrix
2. 调用BlockMatrix.blocks方法得到底层RDD，过滤出行标不大于列标的分块（下三角矩阵上半部分全是0，减少运算量）
3. 首先得到原矩阵右下角的分块，求逆得到 $(L3)'$ ，行标-1，得到 $L1$ 和 $L2$ ，得到 $(L1)'$ 和 $L2$ ，如此一来便可以拼凑出原矩阵右下角矩阵的逆，迭代运算便可得到最终结果；

期间遇到的难点：

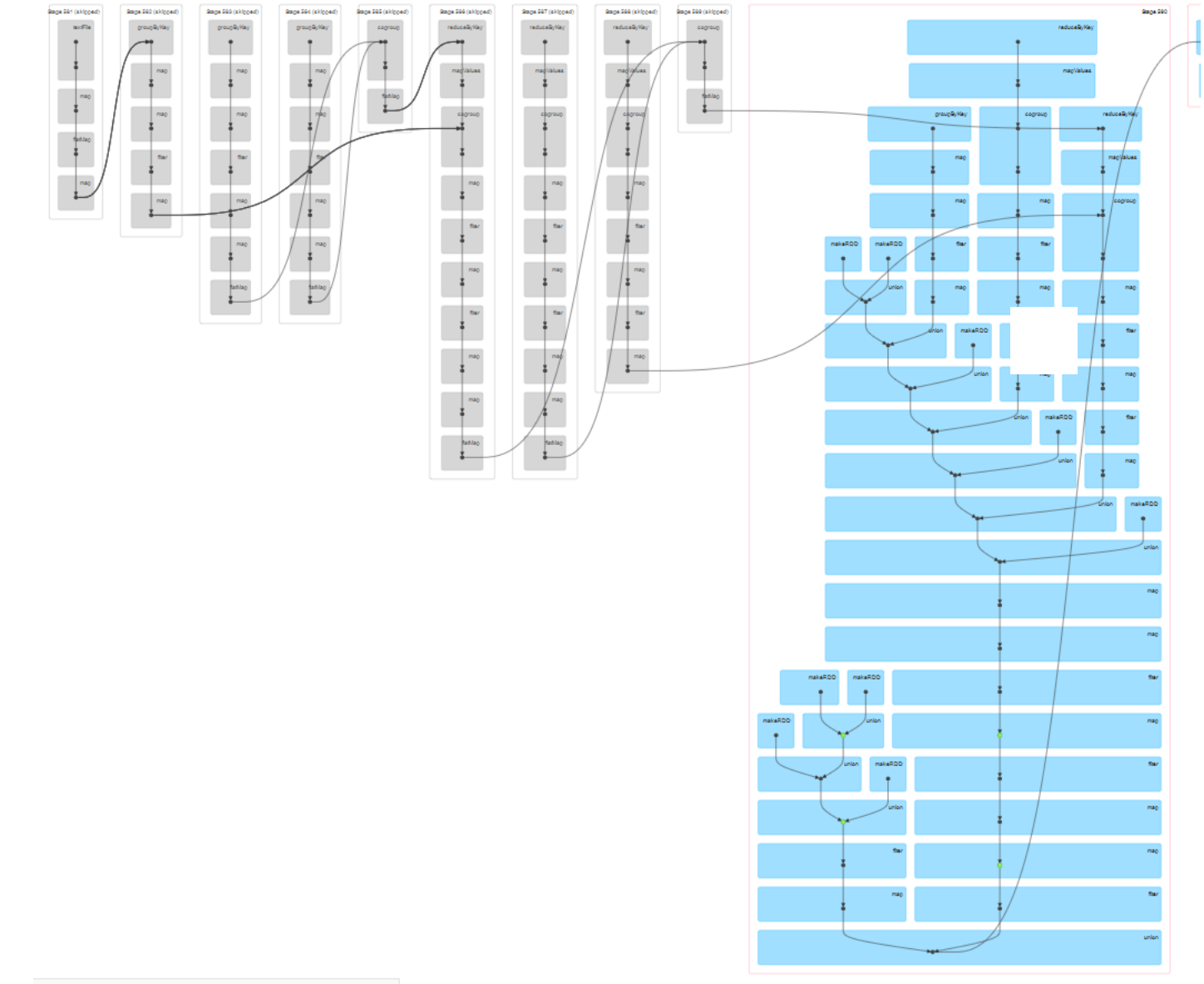
1. 矩阵加载，Spark提供的原生api无法加载CSV文件直接转成BlockMatrix，所以此处进行了封装：

```
new IndexedRowMatrix(spark.sparkContext.textFile(path, Main. excutors).map(UDF. line2IndexedRow))
    .toCoordinateMatrix().toBlockMatrix(steps, steps)
```

```
/*
 *输入一行以逗号（英文，）分割的浮点数，最开始的数字作为索引
 *返回一个IndexRow
 */
def line2IndexedRow(line:String): IndexedRow = {
    val arrayBuffer = line.split(",").map(_.toDouble).toBuffer
    val index = arrayBuffer.head.toLong
    arrayBuffer.trimStart(1)
    val vector = Vectors.dense(arrayBuffer.toArray)
    new IndexedRow(index, vector)
}
```

2. 在计算 $L2' = -(L3)' * L2 * (L1)'$ 时，由于直接调用矩阵分块乘法api会导致分块最终位置与算法设想不同，需要自行解决；
3. 在本地运行时结果与集群运行结果不一致：由于算法全程使用尾递归进行迭代，有部分全局变量需要广播到各个节点；
4. 性能优化，在矩阵运算过程中，由于是懒执行，部分变量会重复计算造成计算资源浪费，需要在SparkUI上查看，逐项调校；
5. Spark的persist机制：在调用RDD的persist方法后，RDD并不会马上被缓存，而是要等到第一个action调用时才会执行，但实际上本算法中action的调用距离RDD首次生成相隔甚远，所以，需要在persist方法后接一个action来进行显示缓存；由于缓存项目过多可能造成大量IO操作，需要及时进行unpersist操作；

优化后的RDD DAG截图如下：



可以看到，大部分的RDD操作由于缓存，节省了大量计算资源；

测试结果表明，在计算20阶，步长为5的矩阵运算时，优化前的计算时间为36.39秒；

优化后，将时间缩减到10.809秒，优化成果显著；

收藏

分享

要好好总结一下超大**矩阵**求逆的技巧了

要好好总结一下超大矩阵求逆的技巧了 2009-05-09 11:43:22 直接算会死人的。根据矩阵特点用不用的分解，写成几个例程，每次实验之前...

想对作者说点什么

下三角矩阵线性方程的求解

对于一个下三角矩阵我们可以非常容易地利用消元-迭代的方式求解。对于线性方程 $\begin{bmatrix} a_{11} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & a_{22} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix}$

384

来自： 庸手著文章

矩阵LU分解求逆(学习笔记)

矩阵的一种有效而广泛应用的分解方法是矩阵的LU三角分解，将一个n阶矩阵A分解为一个下三角矩阵...

1万

来自： GorillaNotes

1月起，成都有一种学历叫免考本科，短学制课程，毕业就是本科

爱华国际·顶新

C语言之单位下三角矩阵求逆

#include int main() { double l[4][4]={1,0,0,0,2,1,0,0,3,2,1,0,5,4,2,1}; long bs=4,i,j,n; fo...

1381

来自： 雨田的博客

求下三角矩阵的逆矩阵的详细算法

矩阵计算中第一次实验题，计算下三角矩阵的逆矩阵的详细算法，可以正常运行，有所有的测试数据与运行结果

-21

求逆矩阵的方法

一般求逆矩阵的方法有两种，伴随阵法和初等变换法。但是这两种方法都不太适合编程。伴随阵法的...

5572

来自： Hldongdong的博客

分块矩阵求逆公式

下面是一些分块矩阵求逆公式： 转自：http://www.mathchina.net/dvbbs/disppbbs.asp?boardid=2...

1万

来自： pymqq的专栏

大规模稀疏矩阵求逆

大规模xinshujuzhen根据矩阵特点用不用的分解，写成几个例程，每次实验之前进行尝试，根据尝试...

6417

来自： 不忘初心，方得始终



验证短信平台

百度广告

高维矩阵求逆的方法，inv、pinv、/

1、inv 与 pinv原文地址：点击打开链接对于方阵A，如果为非奇异方阵，则存在逆矩阵inv(A)对于奇...

1069

来自： liutao14的博客

文章热词

矩阵理论应用 Spark 3d相机标定本质矩阵 矩阵理论正交变换 科学计算库numpy矩阵基础

相关热词

c++ 矩阵求逆函数 c++ 求矩阵的转置 c#矩阵求特征向量 c++实现矩阵三角分解 c++求矩阵求特征值特征向量 python矩阵教程 求简明pytl

欧拉角和旋转矩阵的转换

欧拉角是一种常用的描述方位的方法。这项技术是著名数学家Leonhard Euler(1707~1783)的名字命...

1.6万

来自： 徐富元



nineheaded_bird

169篇文章

关注 排名:5000+



TheOneGIS

443篇文章

关注 排名:1000+



qq_41672744

24篇文章

关注 排名:千里之外



NarutoInspire

184篇文章

关注 排名:千里之外

关于spark 矩阵转置的一个坑，解决了

下面是我用scala写的一个spark程序。输入文件是一个类似下面的表格文件使用tab隔开 想把行变成...

876

来自： a1154042591的博客

Spark中的矩阵乘法源码分析

矩阵乘法在数据挖掘/机器学习是常用的计算步骤，并且在大数据计算中，shuffle过程是不可避免的...

4439

来自： 拱头的专栏

基于Spark实现的超大矩阵运算

由于标题强调了是在Spark平台实现的矩阵运算，所以本文会非常有针对性的介绍，甚至细节到Spark ...

7052

来自： GatsbyNewton



40个漂亮的html5网站欣赏

百度广告

Spark上矩阵运算库(五)——高级矩阵操作1

工作回顾 前面我们已经基于Spark设计并实现了常见的分布式矩阵操作，主要包括BLAS1-2的操作， ...

2488

来自： 南京大学PASA大数据...

sparkmllib矩阵向量

Spark MLlib底层的向量、矩阵运算使用了Breeze库，Breeze库提供了Vector/Matrix的实现以及相应...

2990

来自： prometheus的博客

- c语言对称矩阵求逆**

该算法需要将数据存储到txt文本中，第一行数据是对称矩阵的长度，剩下的为数据
- 近似矩阵求逆**

SPAI 近似矩阵求逆 fortran 代码
- 基于LU分解的矩阵求逆**

import numpy as np import sys def LU_deco_inverse(m): dim = m.shape[0] E = np.mat(np.eye... 来自： [sinat_37433680](#)的博客

传奇出大招了！这款无充值无VIP，装备全靠打！卸载算我输！

9377游戏 · 顶新

- 四阶矩阵的求逆**

本程序可以实现四阶矩阵的求逆，主要用到公式 $A^{-1}=A^*/|A|$
- 矩阵求逆（c++）**

矩阵求逆（c++）标签（空格分隔）： 技术博客简要过程介绍方法的名称是 “Gauss-Jordan (or red... 来自： [雨诺寒雪](#)的博客

使用Spark实现相似度计算

使用Spark实现相似度计算在这篇文章中，我们和大家分享一下使用Spark来实现一些比较复杂的逻辑... 来自： [fly_time2012](#)的专栏

矩阵求逆常见算法

前言 不知道从哪天开始，看到矩阵就头疼，特别是矩阵的运算更是蛋疼，都不好意思说自己是数学... 来自： [woaitingting1985](#)的...

MapReduce实现矩阵乘法

在海量数据中淘金，已是各大互联网公司的既定目标，亚马逊是数据化运营的成功典范，Google、百... 来自： [沉潜飞动](#)

曝光贝森农村有一奇人，教你如何实现资产升值！

会校明柠 · 熈熈

【图像处理】矩阵运算代码实现2-矩阵求逆

这篇总结是《矩阵运算代码实现1》的后续，主要对矩阵求逆的算法及代码实现进行描述。具体如下。 ... 来自： [Image](#)

【线性代数】矩阵的乘法与求逆

一、矩阵乘法的五种表示方法 1、一般形式 2、矩阵与列向量相乘 3、矩阵与行向量相乘 4、矩阵... 来自： [青峰碧陋室](#)

下载

经典的矩阵求逆运算程序

比较经典的矩阵求逆运算源程序，包括矩阵相加、相减以及求逆矩阵运算

11-15

下载

FPGA矩阵运算，包括求逆运算等

论文讲述了FPGA矩阵运算，包括各种矩阵加、减、乘、除和求逆等运算，讲得很详细

09-03

python矩阵运算，转置，逆运算，共轭矩阵

#先定义两个矩阵 X=np.array([[1,2104,5,1,45],[1,1416,3,2,40],[1,1534,3,2,30],[1,852,2,1,36]]) y=n... 来自： [小沙粒看未来](#)

1月起，在成都有一种学历叫免考本科，短学制，毕业就是正规本科

爱华学历中心 · 顶新

下载

基于C++的高斯消元法矩阵求逆运算

基于C++语言的高斯消元法矩阵求逆运算，在Visual Stdio 2015中调试通过，希望对大家有所帮助！

05-04

Dense Matrix Algorithms（稠密矩阵算法）

矩阵向量乘法 串行算法中需要n*n次乘法和加法运算。 一维行划分 每个进程一行以及向量的一个元素... 来自： [zhougb3](#)的博客

矩阵求逆引理(matrix inversion lemma)

关于“矩阵求逆引理” 转自：http://xialulee.spaces.live.com/blog/cns!4EE324C8ACFA82DB!... 来自： [Mr_xue](#)的专栏

<div>矩阵求逆算法及程序实现（C++）</div> <div>矩阵求逆算法及程序实现（C++）</div>	<div>557</div> <div>来自：moonlightpeng的博客</div>
<div>逆矩阵的计算方法</div> <div>求出逆矩阵的2种手算方法：待定系数法、伴随矩阵法待定系数法求逆矩阵:首先，我们来看如何使用待... 来自：weixin_38160277的...</div>	<div>4306</div> <div></div>
<div>一插上电,50平米内都暖和了!3天一度电,今日特惠!</div> <div>优诺·顶新</div>	
<div>Spark MLlib之矩阵</div> <div>Spark MLlib的底层组件 BLAS/LAPACK层 LAPACK是用Fortran编写的算法库，顾名思义，Linear Al...</div>	<div>2806</div> <div>来自：HoiDev</div>
<div>常见的几种矩阵分解方式</div> <div>1.三角分解(LU分解)矩阵的LU分解是将一个矩阵分解为一个下三角矩阵与上三角矩阵的乘积。本质上...</div>	<div>5.3万</div> <div>来自：bitcarmanlee的博客</div>
<div>Spark上矩阵运算库(六)——高级矩阵操作2</div> <div>矩阵运算的应用 基于基础的矩阵运算（矩阵、向量的乘、加等），我们可以实现一些更高级的应用，...</div>	<div>2160</div> <div>来自：南京大学PASA大数据...</div>
<div>如何利用MATLAB求矩阵的逆阵？</div> <div>如何利用MATLAB求矩阵的逆阵？ 浏览：10122 更新：2013-05-03 12:19 标签：matlab ... 来自：Naruto Inspire 的博客</div>	<div>1609</div> <div></div>
<div><div>下载</div>复数矩阵求逆运算</div> <div>复数矩阵求逆运算C++代码，可以准确的求其结果！</div>	<div>10-12</div> <div></div>
<div>千万不要再乱喝蜂蜜了，美女亲赴深山，揭露背后惊人黑幕！</div> <div>聚优·顶新</div>	
<div>C++写矩阵求逆</div> <div>systemvue是一款专用的雷达，通信仿真软件，其底层的封装的模块库是用c++写的。听博士哥哥说...</div>	<div>4439</div> <div>来自：成长</div>
<div>矩阵 伪逆 计算</div> <div>摘自：http://robotics.caltech.edu/~jwb/courses/ME115/handouts/pseudo.pd from page 2</div>	<div>2963</div> <div>来自：家家的专栏</div>
<div>大数据矩阵计算基础(一):矩阵运算,转置,矩阵的逆,行列式</div> <div>矩阵的概念 问题提出：运动会成绩记录问题 学院运动会有数学、物理、化学、生物、地理、环...</div>	<div>544</div> <div>来自：Weiker的博客</div>
<div>矩阵求逆引理 (matrix inversion lemma)</div> <div>论文：Li J, Stoica P. An adaptive filtering approach to spectral estimation and SAR imaging[J]. ...</div>	<div>1405</div> <div>来自：冬瓜班小朋友的博客</div>
<div>【数学算法】逆矩阵算法</div> <div>矩阵大家一定都很熟悉，它是线性代数中的一个术语，它在生产实践，科研，等各学科都有不可替代...</div>	<div>3万</div> <div>来自：人在江湖</div>
<div>【矩阵基本运算】矩阵求逆转置的基本运算</div> <div>参考链接：1、https://zhidao.baidu.com/question/1823276648597024548.html</div>	<div>2381</div> <div>来自：David Xiao</div>
<div>Gauss-Jordan法求逆矩阵</div> <div>转载来源于：http://student.zjzk.cn/course_ware/web-gcsx/gcsx/chapter3/chapter3.2.htm http...</div>	<div>2636</div> <div>来自：qwezhaohaihong</div>
<div>求逆矩阵的并行算法</div> <div>matrix-inverse input A(1:n,1:n) output A^(-1)(1:n,1:n) begin 1. assignA^(-1) = identity matrix 2...</div>	<div>97</div> <div>来自：love19820823</div>
<div>java操作矩阵运算（基本运算及求逆）</div> <div>使用java对基本的矩阵运算进行了实现，并与matlab执行结果进行了比较</div>	<div>1907</div> <div>来自：bajjian1989的博客</div>
<div><div>下载</div>VB代码矩阵求逆</div> <div>可以实现矩阵的求逆运算。在测量平差中经常使用</div>	<div>03-29</div> <div></div>
<div>曝光贝森农村有一奇人，教你如何实现资产升值！</div>	

包邮：Fortran程序设计（第四版）

本书介绍了Fortran语言基础知识，以及结构化程序设计思想，该设计思想使得大型Fortran程序的维...

webgl第五课-绘制一个点的另外一种写法

👁 5398

需要源码可以Q群：828202939 或者[点击这里](#) 希望可以和大家一起学习、一起进步！！纯手打！！ ...

来自：[谷子的博客](#)

Webstorm 最新激活码 多种破解方式(持续更新...)

👁 122463

方法：License server 注册 安装完成，打开Webstorm，在弹出的License Activation窗口中选择“Li...

来自：[老妖儿的博客](#)

webgl第九课-绘制多个顶点

👁 5465

上一课我们说到一些绘制多个顶点的基础知识，这节课我们来看看绘制多个顶点的代码是怎么实现的 ...

来自：[谷子的博客](#)

webgl第12课-图形的变换之平移

👁 5579

前面我们学习了一些点、三角形、矩形等一些基础的图形的绘制的方法 本节课开始我们开始学习对图...

来自：[谷子的博客](#)

走进信息隐藏的世界，全面讲解信息隐藏——第1节：信息隐藏技术简介

👁 3105

走进信息隐藏的世界，全面讲解信息隐藏——第1节：信息隐藏技术简介 专栏题记：奥斯卡优秀电影...

来自：[qq_26464039的博客](#)

webgl第六课-通过鼠标点击绘点

👁 5749

需要源码可以Q群：828202939 或者[点击这里](#) 希望可以和大家一起学习、一起进步！！纯手打！！ ...

来自：[谷子的博客](#)

JS实现某东移动web轮播图

👁 926

移动web轮播图 参考实例，可以从中保存轮播图的图片，这里我们放入uploads的文件夹下，将八张...

来自：[weixin_41105030的...](#)

webstorm 2018 激活破解方法大全

👁 735456

webstorm 作为最近最火的前端开发工具,也确实对得起那个价格,但是秉着勤俭节约的传统美德,我们肯...

来自：[唐大帅的编程之路](#)

史上最简单的 SpringCloud 教程 | 终章

👁 1295248

转载请标明出处： <http://blog.csdn.net/forezp/article/details/70148833> 本文出自方志朋的博客 ...

来自：[方志朋的专栏](#)

webgl第13课-图形变换之旋转

👁 5122

上一节课我们学习了图形的变换之平移 这一节课我们将学习图形的变换之旋转 如果你学会了图形的平...

来自：[谷子的博客](#)

pyCharm最新2019激活码

👁 1357044

本教程对jetbrains全系列可用例：IDEA、WebStorm、phpstorm、clion等 因公司的需求，需要做一...

来自：[昌昌](#)

webgl第七课-鼠标分象限绘制不同颜色的点

👁 5491

需要源码可以Q群：828202939 或者[点击这里](#) 希望可以和大家一起学习、一起进步！！纯手打！！ ...

来自：[谷子的博客](#)

【整理收集】那些神器级别的BT磁力搜索网站

👁 97687

对于我喜欢和常用的网站我会特别介绍一下的，其他大家自己看着办吧。还有一点，一般专门的BT论...

来自：[roslei的博客](#)

threeJS后处理-星空

👁 20199

需要电子书籍或者源码可以Q群：828202939 希望可以和大家一起学习、一起进步！！如有错别...

来自：[谷子的博客](#)

2019，不再成为2018！

👁 4549

此时，2019年1月4号，上午9：57。突然看到了新年flag征文活动，不妨一起来展望一下吧。不做积...

来自：[青春不作伴](#)

Xshell6 中文不限时版下载(免密钥)（笔记）

👁 90558

Xshell6免费版 下载 Xshell6下载链接：原有的资源链接csdn积分自调整太高了，没办法降。这边给...

来自：[qq_31362105的博客](#)

整理了10个干净、好用的BT、磁力链搜索网站给大家

👁 252757

现在越来越流行在线看视频了，但是对于我得收藏癖爱好者，还是希望有比较好的资源网站的，...

来自：[YXAPP的技术分享](#)

BAT缩招，AI跻身2019年最赚钱职业榜首！（附薪酬表）

👁 13710

临近年底，互联网正在经历寒冬，不少公司出现了裁员新闻，也有很多人纷纷转型、跳槽。那么，201...

来自：[CSDN学院](#)

Postman 使用方法详解	👁 216110
一、Postman背景介绍 用户在开发或者调试网络程序或者是网页B/S模式的程序的时候是需要一些方...	来自： fxbin123的博客
求一个字符串的前缀与另一个字符串的后缀的最大相同子串	👁 994
求字符串ptr的前缀与str的后缀的最大相同子串，若不存在，输出0。 样例输入 mike aniom kiava dv...	来自： 紫芝的博客
“戏”说设计模式——外观（门面）模式	👁 19949
首先请出今天的主人公——“黑旋风”李逵 李逵：“我是不是萌萌哒？” 一部《水浒传》说尽了一...	来自： 青衣煮茶
（二）MyBatis核心组件（配图详解&代码实现）	👁 32115
MyBatis的核心组件分为4个部分 SqlSessionFactoryBuilder（构造器）：根据xml或java代码生成Sql...	来自： 青衣煮茶
颈椎病怎么能治好，看我用Python对接	👁 98240
盘点现代社会中年轻人常见病例，很显然“颈椎病”一定是排在第一的。年轻人长期伏案工作、长期...	来自： john_dung的博客
军事理论课答案（西安交大版）	👁 1238278
1.1 1 【单选题】我国陆地领土面积排名世界第几？（C） A、1 B、2 C、3 D、4 2 【单选题】以下哪...	来自： ling_wang的博客
office2016永久免费激活码（office2016密钥）	👁 823011
Microsoft Toolkit(Win10激活工具/Office2016激活工具) V2.6B4 绿色版人气:42008 下载 Microsoft...	来自： 老K的博客
FFmpeg详解及常用命令使用	👁 41928
FFMPEG简介 FFMPEG堪称自由软件中最完备的一套多媒体支持库，它几乎实现了所有当下常见的数...	来自： qq_26464039的博客
2018最好用百度云破解版，百度网盘不限速下载，教你如何解决百度网盘限速的方法。亲...	👁 250803
百度网盘不限速 点击下载 提取码：jsk0 百度网盘不限速 点击下载 提取码：jsk0 对于大多数人来说，...	来自： qq_41925894的博客
webgl第15课-矩阵变换之平移	👁 5552
上一节课我们学习了矩阵的变换之旋转 这一节课我们将学习矩阵的变换之平移 在这之前，你得了解前...	来自： 谷子的博客
webgl第19课-动画基础-旋转	👁 3245
上一节课我们学习了高级变换--图形的复合变换 这一节课我们将学习动画的基础 ...	来自： 谷子的博客
快速搭建自己的风格迁移	👁 2473
Linux环境，我用的是ubuntu16.04. 安装TensorFlow，这个按照官网的指导一步步来就可以，需要注...	来自： 岁月静好
日志框架NLog简单配置使用	👁 52884
NLog日志管理工具 一、获得NLog 这里介绍最简单的获得方式 1.管理NuGet程序包 2.在打开页面中...	来自： Maybe_ch的博客
史上最全Java面试题（带全部答案）	👁 153912
今天要谈的主题是关于求职，求职是在每个技术人员的一生中都要经历多次。对于我们大部分人而言...	来自： 林老师带你学编程
项目部分展示-3D在线试衣系统解决方案	👁 25217
郑重声明：发布此博客纯属技术展示和交流！未得本人同意，禁止转载！禁止商业目的！需要电子档...	来自： 谷子的博客
POINTERS ON C【C和指针】	👁 909
#include<stdio.h> #include<stdlib.h> #include<string.h> #include<math.h> #include<time.h> #include<conio.h>...	来自： 紫芝的博客
安装和激活Office 2019	👁 73159
有条件请支持正版！相比费尽力气找一个可能不太安全的激活工具，直接买随时随地更新的Office 36...	来自： 过了即是客
函数的实参和形参、作为值的函数	👁 671
函数的实参和形参 JavaScript中的函数定义并未指定函数形参的类型，函数调用也未对传入的实参值...	来自： wuyufa1994的博客
程序员上班没事做该怎么办	👁 2082
作为一名程序员，工作强度不稳定是比较正常的，忙的时候会埋怨，闲的时候会发慌。合理的安...	来自： AikesLs的博客
Visio2016下载激活破解	👁 55107
一.下载Visio2016 可以在官网下载，也可以在我的网盘下载 链接：https://pan.baidu.com/s/1...	来自： 天狼星的博客

webgl第14课-矩阵变换之旋转

上一节课我们学习了图形的变换之旋转 这一节课我们将学习矩阵的变换之旋转 对于简单的变换，我们....

来自：谷子的博客

webgl第16课-矩阵变换之缩放

上一节课我们学习了矩阵的变换之平移 这一节课我们将学习矩阵的变换之缩放 在这之前，你得了解前...

来自：谷子的博客



九尾狸猫

关注

原创2

粉丝0

喜欢0

评论0

等级：博客1

访问：653

积分：26

排名：217万+

2017年7-9月CGL排行榜



十大端游排行榜



最新文章

Hadoop集群搭建----概述

个人分类

hadoop1篇

Spark1篇

归档

2018年2月1篇

2018年1月1篇

热门文章

基于Spark框架的大型分布式矩阵求逆运算实现（二）——大型下三角矩阵求逆运算
阅读量：661

Hadoop集群搭建----概述
阅读量：35



黑马程序员培训



联系我们



微信客服



QQ客服

 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

 百度提供站内搜索 京ICP证09002463号

©1999-2019 江苏乐知网络技术有限公司

江苏知之为计算机有限公司 北京创新乐知

信息技术有限公司版权所有

网络110报警服务 经营性网站备案信息

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