首页 博客 学院 下载 论坛 问答 活动 专题 招聘 APP VIP会员 创作中心

SunnyYoona
博客专家 TA的个人主页 >

原创
624

等级: 周排名: 2万+
积分: 2万+ 总排名: 421
勋章:

关注 私信

友情链接

个人博客
好友博客：落日小屋

最新文章

Hadoop Yarn上的调度器
Spark内部原理之运行原理一
Flink1.4 用于外部数据访问的异步IO
Stream 分布式数据流的轻量级异步快照
Flink1.4 窗口触发器与Evictors

归档

2018年5月	1篇
2018年3月	5篇
2017年12月	1篇
2017年11月	1篇
2017年10月	13篇
2017年8月	12篇
2017年7月	9篇
2017年6月	15篇

展开

热门文章

[MongoDB]Update更新数据
阅读数 33847
[Shell]获取当前正在执行脚本的绝对路径
阅读数 32877
[Hive]那些年我们踩过的Hive坑
阅读数 27880
[AirFlow]AirFlow使用指南三 第一个DAG示例
阅读数 24684
[Hadoop]SSH免密码登录以及失败解决方案
阅读数 21303

最新评论

[Shell]获取当前正在执行脚本...
u010307127：对我有帮助，非常感谢~~
[Shell]获取当前正在执行脚本...
u010307127：对我有帮助，感谢~
[Hadoop]SSH免密码登录以...
qq_41033519：谢谢大佬 成功了！
[Hive]JsonSerde使用...
ISIS7Protessional：java.lang.String cannot be cast to org.openx.data.jsonserde.json.JSONArray i ...
[算法系列之二十九]Bellman...
qq_43985303：我没有恶意，我有个问题，假如有a,b,c三个点，只有b到c一条单向负边，用贝尔 ...

[算法系列之二十五]Ukkonen后缀树算法

转载 SunnyYoona 最后发布于2015-02-28 15:30:58 阅读数 3398 已收藏 展开

所以我们从左边开始，第一次只插入单字符"a"，通过创建一个从根节点到一个叶节点的边（根节点左边），并且标记这条边[0,#]，意思是说这条边代表了从0开始到当前末尾的子串。我使用#来表示当前末尾，当前末尾处在位置1(a的右边)。

因此，我们拥有一棵起始树，图示如下：

图示意思为：

插入单字符"b"。当前末尾位置前进到位置2(b的右边）。 我们每步的目的是就是把所有的前缀都插入到当前位置（Our goal at each step is to insert all suffixes up to the current position. ）。通过以下几步完成：

- 扩展已存在边a为ab
- 为b插入一条新边

图示如下：

图示意思为：

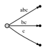
我们观察到一下**两点**：

- 表示ab的那条边与它在起始树时表示一样，都是[0,#]。但它的意义却已经自动发生改变了，因为我们已经#的当前位置从1更改到2了。
- 每条边的空间复杂度都为O(1)，因为无论这条边代表多少个字符， 它都是由指向文本里的两个指针组成（because it consists of only two pointers into the text）。

下一步我们再次增加位置，并且修改树，通过给每个已经存在的边增加字符'c'和插入一条表示新后缀c的边。

图示如下：

图示意思为：



我们观察到：

- 这是一棵正确的后缀树。经过以上步骤最终到了达正确位置。（The tree is the correct suffix tree up to the current position after each step）
- 操作步数跟文本中字符数目一样多。（There are as many steps as there are characters in the text）
- 每步的工作量都是O(1)，因为所有已经存在的边都是通过增加#来自动修改的。而且为最后一个字符插入一条新边的时间复杂度为O(1)。因此对一个长度为n的字符串来说，只需要O(n)时间复杂度。（The amount of work in each step is O(1), because all existing edges are updated automatically by incrementing #, and inserting the one new edge for the final character can be done in O(1) time. Hence for a string of length n, only O(n) time is required.）

第一次扩展：简单的重复

当然，这种方法工作的如此良好只是因为我们的字符串中没有包含任何重复字符。现在我们看一个更真实的字符串：

```
abcabxabcd
```

这个字符串像前面例子里一样是abc开始的，接着重复ab， 紧跟着x，再接着重复abc，紧跟着d。

步骤1到3：经过前三步后，我们拥有和前面那个例子一样的树：

步骤4：我们移动#到位置4。所有已经存在的边隐含地修改如下：

如之前步骤所言，我们还需要在根节点插入当前步骤的最后一个后缀a。

我们在插入最后一个后缀a之前，我们引入除#之外的**两个或者两个更多的变量**，当然这些变量一直都存在，只是我们目前为止没有使用它们而已：

- **活动点**（active point），它是一个三元组(active_node,active_edge, active_ length)
- **剩余后缀数**（remainder），它是一个整数，表名我们还需要插入多少个新的后缀。

这两个变量的含义慢慢的你就会明白，现在我们只能说：

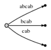
- 在那个简单的abc例子里，活动点总是(root,'0x',0),也就是说，active_node是根节点，active_edge总是被指定为空字符'0x'，active_length是0。这么做的结果是我们在每一步插入的那一条新边是作为新创建的边插入到根节点。不久我们就会明白为什么需要三元组表示这些信息。
- 在每步开始时remainder 总是设置为1。这样做的意义是，在每一步结束后我们不得不主动插入的后缀数目为1（总是最后一个字符）。

现在将会发生变化了，当我们给根节点插入当前最后一个字符a的时候，我们注意到已经存在一条以a开始的边：abca。在这种情况下我们做如下工作：

- 我们不会在根节点插入一条新边[4,#]。相反，我们只是注意到后缀a已经在我们的树里。它会终止在更长的边的中间位置，对此我们并不疑惑，我们还是保留它们原来的样子。
- 我们设置活动点为(root,'a',1)。这意味着活动点现在是在根节点的以a开始的向外的边的中间某个位置，具体地指这条边的位置1之后。我们注意到这条边只是由它的首个字符a来声明的。这就足够了，因为以一个特定的字符开始的只有一条边（通读整个文档之后可以确定这是真的）。
- 我们还增加了remainder， 那么在下一步骤开始的时候，remainder为2。

注意：当发现我们需要插入的最终后缀已经存在在这棵树里的时候，这棵树不会发生任何改变（我们只是修改了活动节点和remainder）。这棵树就不再精确的表示当前位置的后缀树了，但是它已经包含了所有的后缀了（因为最终的后缀a也隐含地包含在里面了）。因此，除了修改变量外（所有这些变量都是定长的，因此空间复杂度是 O(1)），在这一步里没有做其他工作。

步骤5：我们修改#当前的位置为5。这将自动地更新这棵树如下：



分类专栏

举报

而且由于remainder为2，我们需要在目前位置需要插入两个最终后缀：ab和b。这主要是因为：

- 在上一步中的后缀a就从来没有真正地插入树中（只是用变量表示而已）。因此它一直保留着，然而由于我们已经向前走了一步，它现在由a变为ab。
- 还有，我们需要插入新的最终边b。

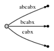
实际上，我们只需要修改活动点（它现在指向的是边abcab中a之后），而且插入当前的最后一个字符b， 不过：同时它也证明b也 已经出现在同一条边里。（But: Again, it turns out that b is also already present on that same edge.)

因此，我们再次不修改这棵树，我们只是：

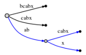
- 修改活动点为(root,’a’,2)(是与前面相同的节点和边，只不过现在我们指向到b之后)。
- 增加remainder为3，因为我们仍然不能插入前一步里的最终边，同时我们也不能插入当前的最终边。

为了清晰地说明：我们不得不在当前这一步插入ab和b，但是因为ab已经找到，我们只是修改了活动点，甚至都没试图插入b。为什么？因为如果ab处于这棵树里，那么它的每个后缀（包括b)也一定在这棵树里。也许仅仅是隐含性的，不过它一定在这棵树里，因为这是我们迄今为止建立这棵树所采用的方法。

步骤6： 我们继续增加#，这棵树自动修改如下：



由于remainder是3，我们不得不插入abx,bx和x。活动点告诉我们ab在哪结束，因此我们仅仅需要跳过这儿，然后插入x。x确实还不在这棵树里，因此我们拆分边abcabx，插入一个内部节点：

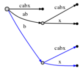


这条边表示的仍然是指向文本内部的指针，因此拆分和插入内部节点的时间复杂度为O(1)。

这时我们处理了abx,并且把remainder减为2。现在我们需要插入下一个保留的后缀bx。但是在我们做这些之前，我们需要修改活动节点。拆分并插入一条边遵循的规则称作规则1，如下，而且它适用于活动节点是根节点的情况（针对下面后续的其他情况，我们将要了解规则3）。规则1如下：
向根节点插入后，

- active_node 保留为根节点
- active_edge 为我们需要插入的新后缀的第一个字符，也就是 b。
- active_length 减1

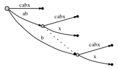
因此，新的活动节点三元组为(root,’b’,1)表明下一个插入在bcabx边，第一个字符之后，也就是 b之后。我们可以确定插入点的时间复杂度为 O(1)，并且检查x是否已经出现在b之后。如果它出现，我们将结束当前的步骤，保持一切为原样。然而如果x没有出现，那么我们拆分这条边而插入它：



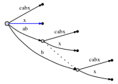
再此说明，它的时间复杂度为 O(1)，而且我们按照规则1所示把remainder修改为1，活动节点修改为(root,’x’,0)。

不过还有一件事情需要我们必须做。我们称它为规则2：

如果我们拆分一条边并插入新的节点，如果它不是在当前这一步里创建的第一个节点的话，我们通过特殊的指针，即后缀连接（suffix link），把 以前插入的节点和新增的节点连接起来。后面我们将会知道这么做是有用的。这儿我们要明白：后缀连接用虚线边表示：



我们仍然需要插入当前步骤的最终后缀x。因为活动节点的active_length已经减为0了，因此直接插入到根节点上。由于根节点上没有以x开始的边，所以我们插入了新边：



正如我们所能看到的那样，在当前这一步里插入了所有剩余的后缀。

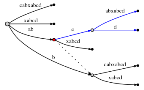
步骤7： 我们设置#=7，这将像往常一样自动添加下一个字符a到所有的叶子边上。然后我们试图插入新的最终字符到活动节点（根节点），然后发现已经在这棵树里了。因此我们结束当前的步骤，不插入任何边，并且修改活动点为(root,’a’,1)。

步骤8： 设置#=8,我们像往常一样添加字符b,这仅仅意味着我们修改活动点为(root,’a’,2) ,增加remainder，其他事情都不需要做。因为b已经出现在这棵树里。然而我们（在 O(1)时间复杂度里）注意到活动节点现在是一条边的结尾（However, we notice (in O(1) time) that the active point is now at the end of an edge. ）。我们通过重置活动节点为(node1,’\0x’,0)来反映这个。这儿，我们用node1来指ab边结束的哪个内部节点。
步骤9： 接着设置#=9，我们需要插入’c’,这将有助于我们理解的最后一条技巧。

第二次扩展：使用后缀连接（suffix link）

像往常一样，#的修改自动给每条是叶子的边添加了c，而且我们转到活动点看是否可以插入’c’。活动点显示’c’已经存在在那条边里，因此我们设置活动点为(node1,’c’,1),且增加剩余后缀数，不做任何其他事情。
现在 设置#=10进入步骤10，剩余后缀数是4，因此我们首先需要在活动点插入d而实现插入abcd（这条边从第三步骤开始就一直保留着）。

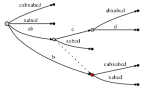
试图在活动点插入d将引起时间复杂度为O(1)的边分割：



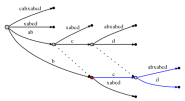
分割起始的活动点在上图中标记为红色。 最后一条规则即规则3如下：

```
分割从不是根节点的活动点开始的边之后，我们应当紧跟着从活动点开始的后缀连接，如果存在一条这样的连接，那么重置活动节点使它指向这个节点。如果不存在这样后缀连接，那么我们设置活动节点为根节点，活动边和活动长度保持不变。
```

因此活动节点现在是(node2,’c’,1),这里node2如下图所示标记为红色：



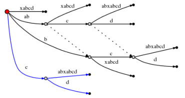
由于abcd的插入已经完成，我们把剩余后缀数减为3，而且考虑当前步骤的下一个剩余后缀bcd。规则3已经设置活动点为右边的节点和边，因此插入bcd可以简单地向活动点插入剩余后缀的最后一个字符d来完成。要做到这个将引起另一个边分割，根据规则2，我们必须创建一条从以前已插入的节点开始的到新建节点的后缀连接：



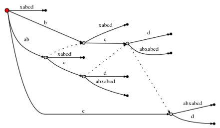
我们注意到：后缀连接使我们重置了活动点，因为我们能在O(1)复杂度下插入下一个剩余后缀。看看上面的图就可确定标签为ab的真正节点连接到节点b(它的后缀），而节点abc则连接到bc节点。

当前步骤仍然没有结束。现在剩余后缀数是2，我们需要遵循规则3再次重置活动节点。由于当前的活动节点（上图中红色标记的）已经没有后缀连接，我们重置活动节点位根节点。活动节点现在是(root,’c’,1)。

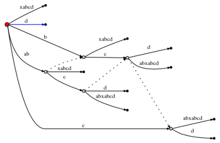
因此下一个插入发生在根节点的一条边上，以c开始的这条边的标签为:cabxabcd，位于第一个字符之后，即c之后。这将产生另一个分割：



另外，由于这涉及到新的内部节点的创建，我们遵循规则2，设置一条新的从前面已创建的内部节点开始的后缀连接：

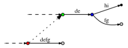


（为了制作这些小图，我使用了Graphviz Dot软件。新的后缀连接使得Dot软件爱你重新布局了已经存在的边，因此仔细地检查并确定上图中插入的唯一的东西就是一条新的后缀连接。）创建了这条连接，剩余后缀树可设置为1，另外由于活动节点是根节点，我们根据规则1修改活动点位(root,’d’,0)。这意味着这一步的最后一个插入是向根节点插入单独的d:



这是最后一步，至此我们已经完成了后缀树的建立。虽然工作已经完成，但还有许多最后要注意的地方：

- 在每一步里，我们向前移动#一个位置。这自动在时间复杂度O(1)内修改了所有的叶子结点。
- 不过，后缀树没有处理 a) 前一步骤保留下来的任何后缀 b)和当前步骤的最后一个字符。
- 剩余后缀树告诉我们我们需要做多少个后续的插入。这些插入把一对一对应为在当前位置#结束的字符串的最后的后缀。我们认为是一个接着一个，然后再对它们进行插入。重要的是：每条插入都在O(1)的时间复杂度内完成，因为活动点告诉我们确切的位置，然后我们只需要在活动点增加一个单独的字符。为什 么？因为其他字符都隐含地包含了（否则活动点将是其他地方）。
- 在做了每个这样的插入之后，我们把剩余后缀数减少，并且如果存在后缀的边，就添加一条后缀连接。如果不存在，(根据规则3）我们把活动节点设置为根节点。如果我们已经处在根节点，那么我们根据规则1修改活动节点。在任何情况下，它只花费O(1)的时间复杂度。
- 在任意插入期间，我们发现我们需要插入的字符已经存在，那么我们不作任何事情而结束当前步骤，甚至在剩余后缀树大于0的情况下。理由是保留的任何插入都是我们试图插入的边的后缀。因此它们所有都隐藏在当前的树里。事实是剩余后缀树大于0确保我们后续对剩余后缀的处理。
- 如果在算法结束时剩余后缀数大于0意味着什么呢？将是这中情况：结束的文本是以前出现在某个地方的这个文本的子字符串。在这种 情况下，我们必须给这个字符串结尾添加一个额外以前没有出现过的字符。在这样的文档里，通常使用美元符号$作为解决这个问题的 符号。为什么会发生这种事情呢？—>如果后来我们使用完整的后缀树搜寻后缀，那么我们只有在后缀结束于叶子时才接受搜寻匹配。 否则我们会得到许多假的匹配，因为后缀树立简单地包含了不是猪字符串的真正后缀的许多这样的字符串。在结束的时候强制剩余后 缀数为0是确保所有的后缀都结束在叶子节点的重要方法。然而，如果玩么想用这棵树来寻找通常的子字符串，而不仅仅是主字符串的 后缀，那么根据下面OP的评论的建议，最后一步确实不是必需的。
- 那么，整个算法的复杂性如何呢？如果文本是长度为n的字符组成，那么显然需要n步（或者如果我们增加了没有符号，那么就是n+1步）。在每个步骤里，我们要么（除了修改变量外）什么都不做，要门我们插入剩余的后缀，每一步都花费O(1)时间复杂度。由于剩余后缀数表明了我们在以前的步骤里不做任何事情的次数，而且现在我们每做一次插入就对剩余后缀数递减，我们做这样的事情 总的次数准确地说是n(或者n+1)。因此，整体的复杂度是O(n)。
- 然而，有一处小的地方我没有正确地说明： 可能发生这样的情况，我们添加了一条后缀连接，修改活动点，然后发现活动点的活动长度与新的活动节点不能一起正常工作。例如，看看下面这种情况：

  （短划线指的是这棵树的剩余部分，虚线指的是后缀连接。）

现在，假设活动节点是(red,’d’,3),因此它指向def边的f之后的位置。现在假设我们做了必须的修改，而且现在依据规则3续接了后缀连接并修改了活动节点。新的活动节点是(green,’d’,3)。然而从绿色节点出发的d边是de，因此这条边只有2个字符。为了找到正确的活动点，很明显我们需要添加一个到蓝色节点的边，然后重置活动节点为(blue,’f’,1)。

在特别糟的情况下，活动长度可以是剩余后缀数那么大，它甚至可以与n一样大。再在找正确的活动节点的时候，这种情况可能刚好发生，我们不仅仅需要跳过一个内部节点长度，不过也许很长，最坏的情况是高达n。由于在每一步里 剩余后缀的插入通常是O(n)，续接了后缀之后的对活动节点的后续调整也是O(n)的复杂度 ，这是否意味着这个算法具有隐藏的O(n 2)的复杂度？

不是这样的，理由是如果我们确实需要调整活动节点（例如，如上图所示从绿色节点调整到蓝色节点），那么这就给我们引入了一个拥有自己的后缀连接的新节点，而且活动长度将缩减。当我们沿着后缀连接这个链向下走，我们就要插入剩余的后缀，且只是缩减活动长度，使用这种方法我们可以调整的活动点的数目不可能超过任何给定时刻的活动长度。由于活动长度从来不会超过剩余后缀数，而后缀剩余数不仅仅在每个单一步骤里是O(n)，而且对整个处理过程进行的剩余后缀递增的总数也是O(n)，因此调整活动节点的数目也是以O(n)为界的。

资料：

Ukkonen’s paper on the algorithm
Fast String Searching With Suffix Trees
Ukkonen’s suffix tree algorithm

点赞 1　收藏　分享

SunnyYoona 博客专家
发布了624 篇原创文章 · 获赞 907 · 访问量 217万+

他的留言板
关注

后缀树 阅读数 19
在《字符串匹配算法》一文中，我们熟悉了字符串匹配问题的形式定义：文本（Text）是一个长度为... 博文 | 来自： aijianxi

Ukkonen后缀树算法的真•清晰解释 阅读数 32
2019独角兽企业重金招聘Python工程师标准>>> ...... 博文 | 来自： weixin_

字符串系列N 后缀树和Boyer-Moore 算法和 AC 自动机 阅读数 476
后缀树好理解，但是线性时间构造后缀树其实比较复杂，后缀树在竞赛或者实际应用中用得也比前... 博文 | 来自： Mrzhai

后缀树系列三:后缀树的应用 阅读数 1274
前面两篇转载的后缀树系列文章已经描述了后缀树的线性构建算法。创建后缀树的O(n)算法，除了1... 博文 | 来自： FanJinE

数据结构系列——后缀树（附Java实现代码） 阅读数 4014
后缀树，说的通俗点就是将一个字符串所有的后缀按照前缀树（Trie树，可参考此篇文章）的形式组... 博文 | 来自： 收拾心

Ukkonen后缀树构造算法——第一部分 阅读数 587
原文：Ukkonen's Suffix Tree Construction – Part 1http://www.geeksforgeeks.org/ukkonens-suffix-t... 博文 | 来自： Ocean_

普通英语的Ukkonen后缀树算法 阅读数 30
I feel a bit thick at this point. 在这一点上我感觉有点浓。 I've spent days trying to fully wrap my he... 博文 | 来自： xfxf996

快速生成后缀树的McCreight算法及其实现 阅读数 3090
快速生成后缀树的McCreight算法及其实现作者: ljs2011-07-03（版权所有，转载请注明）McCreight... 博文 | 来自： ljsspac

[算法系列之二十五]Ukkonen后缀树算法_Python_Ying-CSDN博客 4-15

[算法系列之二十五]Ukkonen后缀树算法_JavaScript_Ying-CSDN博客 4-4

后缀树总结+详细解释的代码 阅读数 2546
几年前曾实现过一个菜鸟版的SuffixTree。最近要用到后缀树处理些问题，认真实现了一个，主要是... 博文 | 来自： 算法,

少主无翼
59篇文章
关注 排名:千里之外

ljsspace
96篇文章
关注 排名:千里之外

aijianxie8808
202篇文章
关注 排名:千里之外

weixin_33735077
4734篇文章
关注 排名:千里之外

[算法系列之二十五]Ukkonen后缀树算法 - weixin_34014277的博客... 6-17

[算法系列之二十四]后缀树(Suffix Tree) - Ying - CSDN博客 12-4

后缀树的线性在线构建-Ukkonen算法 阅读数 6
Ukkonen算法是一个非常直观的算法，其思想精妙之处在于不断加字符的过程中，用字符串上的一... 博文 | 来自： dengta

后缀树的建立-Ukkonen算法 阅读数 14
参考：Ukkonen算法讲解Ukkonen算法动画Ukkonen算法，以字符串abcabxabcd为例，先介绍一下... 博文 | 来自： weixin_

Ukkonen后缀树算法的真•清晰解释_Aiphis的博客-CSDN博客 1-31

[算法系列之二十四]后缀树(Suffix Tree)_C/C++_Ying-CSDN博客 4-11

大学四年自学走来，这些私藏的实用工具/学习网站我贡献出来了 阅读数 63万+
大学四年，看课本是不可能一直看课本的了，对于学习，特别是自学，善于搜索网上的一些资源来... 博文 | 来自： 帅地

在中国程序员是青春饭吗? 阅读数 22万+
今年，我也32了 ，为了不给大家误导，咨询了猎头、圈内好友，以及年过35岁的几位老程序员……... 博文 | 来自： 启舰

[算法系列之二十四]后缀树(Suffix Tree) - Roger_CoderLife的博客 12-18

Ukkonen后缀树算法的真•清晰解释 - weixin_33735077的..._CSDN博客 6-21

超全Python图像处理讲解（多图预警） 阅读数 1万+
文章目录Pillow模块讲解一、Image模块1.1 、打开图片和显示图片1.2、创建一个简单的图像1.3、图... 博文 | 来自： ZackSc

为什么猝死的都是程序员，基本上不见产品经理猝死呢? 阅读数 13万+
相信大家时不时听到程序员猝死的消息，但是基本上听不到产品经理猝死的消息，这是为什么呢？ ... 博文 | 来自： 曹银飞

Ukkonen后缀树构造算法——第一部分 - Ocean_Dancer的..._CSDN博客 11-24

Ukkonen's Algorithm构造后缀树实录 - weixin_34278190的博客... 4-29

毕业5年，我问遍了身边的大佬，总结了他们的学习方法 阅读数 16万+
我问了身边10个大佬，总结了他们的学习方法，原来成功都是有迹可循的。 博文 | 来自： 敖丙

推荐10个堪称神器的学习网站 阅读数 26万+
每天都会收到很多读者的私信，问我："二哥，有什么推荐的学习网站吗？最近很浮躁，手头的一些... 博文 | 来自： 沉默王

强烈推荐10本程序员必读的书 阅读数 8万+
很遗憾，这个春节注定是刻骨铭心的，新型冠状病毒让每个人的神经都是紧绷的。那些处在武汉的... 博文 | 来自： 沉默王

没有项目经验怎么办? 阅读数 8152
职场和学校最大的不同就是：你在学校，老师给一本书，然后你考试。如果没有通过，就要补考。... 博文 | 来自： 微信公

为什么说程序员做外包没前途? 阅读数 10万+
之前做过不到3个月的外包，2020的第一天就被释放了，2019年还剩1天，我从外包公司离职了。我... 博文 | 来自： dotNet

B 站上有哪些很好的学习资源? 阅读数 13万+
哇说起B站，在小九眼里就是宝藏般的存在，放年假宅在家时一天刷6、7个小时不在话下，更别提今... 博文 | 来自： 九章算

新来个技术总监，禁止我们使用Lombok! 阅读数 3万+
我有个学弟，在一家小型互联网公司做Java后端开发，最近他们公司新来了一个技术总监，这位技术... 博文 | 来自： HollisC

字节跳动的技术架构 阅读数 2万+
字节跳动创立于2012年3月，到目前仅4年时间。从十几个工程师开始研发，到上百人，再到200余人... 博文 | 来自： 作一个

在三线城市工作爽吗? 阅读数 8万+
我是一名程序员，从正值青春年华的 24 岁回到三线城市洛阳工作，至今已经 6 年有余。一不小心又... 博文 | 来自： 沉默王

这些插件太强了，Chrome 必装！尤其程序员! 阅读数 2万+
推荐 10 款我自己珍藏的 Chrome 浏览器插件 博文 | 来自： 沉默王

抱歉，我觉得程序员副业赚钱并不靠谱 阅读数 1万+
我最近看到不少关于程序员副业赚钱的文章，其中出的点子有这些：1. 在网上找项目做兼职2. 录制... 博文 | 来自： 码农翻

@程序员：GitHub这个项目快薅羊毛 阅读数 1万+
今天下午在朋友圈看到很多人都在发github的羊毛，一时没明白是怎么回事。后来上百度搜索了一下... 博文 | 来自： dotNet

做了5年运维，靠着这份监控知识体系，我从3K变成了40K 阅读数 2万+
从来没讲过运维，因为我觉得运维这种东西不需要太多的知识面，然后我一个做了运维朋友告诉我... 博文 | 来自： Leo的

删库了，我们一定要跑路吗? 阅读数 1万+
在工作中，我们误删数据或者数据库，我们一定需要跑路吗？我看未必，程序员一定要学会自救，... 博文 | 来自： 平头哥

程序员在家撸码的十大姿势 阅读数 1万+
大家好，我是帅气的算法工程师，好久不见~在家办公已经一周多了，不知各位感觉如何？曾经的... 博文 | 来自： 姜兴琪

"金三银四"，敢不敢"试"? 阅读数 6618
临近3月份，到了"金三银四"换工作的高峰期，往年可能会3、4月份，今年特殊，多方渠道了解有可... 博文 | 来自： 铭毅天

又一程序员删库跑路了 阅读数 2万+
loonggg读完需要2分钟速读仅需 1 分钟今天刷爆朋友圈和微博的一个 IT 新闻，估计有很多朋友应该... 博文 | 来自： 非著名

再不跳槽，应届毕业生拿的都比我多了! 阅读数 1万+
跳槽几乎是每个人职业生涯的一部分，很多HR说"三年两跳"已经是一个跳槽频繁与否的阈值了，可... 博文 | 来自： 九章算

我以为我学懂了数据结构，直到看了这个导图才发现，我错了 阅读数 1万+
数据结构与算法思维导图 博文 | 来自： 龙跃十

String s = new String(" a ") 到底产生几个对象? 阅读数 1万+
老生常谈的一个梗，到2020了还在争论，你们一天天的，哎哎哎，我不是针对你一个，我是说在座... 博文 | 来自： 宜春

技术大佬：我去，你写的 switch 语句也太老土了吧 阅读数 3万+
昨天早上通过远程的方式 review 了两名新来同事的代码，大部分代码都写得很漂亮，严谨的同时注... 博文 | 来自： 沉默王

Linux面试题（2020最新版） 阅读数 5万+
文章目录Linux 概述什么是LinuxUnix和Linux有什么区别？什么是 Linux 内核？Linux的基本组件是什... 博文 | 来自： ThinkW