教育经历模块

这篇论文是哪个期刊？

这篇论文是发表咋IEEE Transaction On Big Data上，这篇期刊在2023年的中科院sci分区表中是二区

纵向联邦学习和横向联邦学习的区别？

这篇论文的创新点?

基本技能模块

练习sql语句

<https://www.nowcoder.com/exam/oj?page=1&tab=SQL%E7%AF%87&topicId=199&fromPut=pc_kol_wenqlgd>

介绍一下mysql索引？

mysql的索引是一种数据结构，用于加快数据的查询效率，类似于目录，通过索引可以快速定位到数据。（索引定义）

索引是数据引擎层实现的，不同的数据引擎层由不同的索引。对于InnoDB数据引擎，索引由主键索引、单列索引、符合索引、唯一索引。对于MyISAM存储引擎，索引有全文索引。（索引分类）

我们创建索引可以在建表时或建表后创建，通过show index指令可以查看一张表的索引。（创建索引）

mysql索引底层是由B+树数据结构实现的。B+树是多路平衡查找树，由B树发展而来，一个m阶的B树最多有m个孩子阶段即m-1个关键字，在存储时，数据根据关键字的大小选中不同分叉的节点存放。B+树与B树最大的区别在于只有叶子节点存放数据，而非叶子节点只存放关键字和指针。叶子节点之间是有序的，并用指针连接，叶子节点内部也是有序的。（索引的底层原理）

对于InnnoDB存储引擎， 主键索引，关键字和数据存放在一起，非叶子节点存放关键字，叶子节点存放数据。而辅助键索引的非叶子节点存放关键字，但是叶子节点不存放数据，存放对于的主键id，在利用辅助键索引查询数据时，需要查询两次，第一次时通过辅助键索引的B+树找到对应的主键，然后拿着主键去主键索引对应的B+树走一遍。这也被称作回表。

为什么索引要采用 B+ 树，用其他数据结构不可以吗，比如哈希表，B树，红黑树？

用其它数据也可以，在早期，索引的实现也是经过了一次次探索，并不是一来就使用B+树。从索引的定义来看，哈希表是比较符合人们直觉的一种数据结构，哈希表在做单值查询的时候，效率非常快。但是哈希表有两个问题，一是哈希冲突，在空间有限的前提下，哈希函数无论设计得再好，都是无法避免哈希冲突的，索引当数据量变非常大，哈希冲突增多，如果采用链地址法解决哈希冲突，即哈希表的每一个槽位都是一个链条，对于哈希值相同的元素，会放在相同索引位置的链条上。链条变长时，查询退化成O(n)的线性查询效率。第二，哈希表不能做范围查询，对于范围查询，只能遍历所有位置所有链条，然后一个一个判断。后来，人们使用二叉搜索树，BST，BST是一个排序树，使用折半查找的原理，将数据的查询速度降低到O(logn)，但是二叉搜索树有一个缺点，当数据以有序状态一个个插入时，二叉树会变成一条链，极度不平衡，查询效率降为logn，所以人们使用平衡二叉树AVL树，但是AVL树要求的平衡很严格， 虽然查询效率上稳定了，但是构建树的、删除节点后恢复平衡的效率下降，所以人们发明了红黑树，红黑树不遵守严格平衡条件，但是构建和复衡的效率提高了。由于索引和数据是存放在磁盘上的，读取一个树的结点，就会进行一次IO,在程序中，磁盘IO的效率是很低的，索引IO次数越少越好，由于二叉树分叉的限制，即每个节点最多两个分叉，当数据量增大时，树的高度会快速增加，而树的高度增加会导致从根节点到某个子节点的路径变长，路径上的节点变多，IO次数变多，导致查询效率降低，为了解决这个二叉树本质的问题，引入了多路平衡查找树，即B树。但是，由于B的非叶子节点存储了指针、关键字和数据，导致每个节点的分叉也不能达到很大，所以当数据量继续增大时树的高度还是会上升，而B+树解决了这个问题，由于B+树的数据都存放在叶子节点，非叶子节点只存放关键字和指针，所以一个非叶子节点存储的关键字就大大增加，分叉数量变多，只需要较低的树高，就可以存储大量数据，而树地会让磁盘的IO次数减少。所以最后B+树成为了索引的底层结构。

用一个数据说明B+树比B树的存储数量多

InnoDB存储引擎是按页存储的，

假设一页的大小是16KB

主键是int类型，关键字大小是，8Byte

假设指针大小是2Byte

数据大小是1KB

如果按照B树存储，非叶子节点可以存储16 KB / (1KB + 8B + 2B) = 16个元素，三层高的B+树可以存储，16 \* 16 \* 16 = 4096条数据

如果按照B+树存储，非叶子节点可以存储 16 KB / (8B + 2B) = 1600个元素

那么，三层树高，1600的三次方，大概是四十几亿数据。

介绍一下B+树是怎么分裂的？

一开始，只有一个根节点时，数据会按照关键字顺序排列在一个页中，当加入新的数据页变满时，节点会分裂，从按照关键字顺序排列的数据中选择一个关键字，将其提升为一个新的根节点，放到一个新的页中，然后原理的页根据选择的关键字分裂成两个新的页，左边是小于当前根节点关键字的数据，右边是大于等于当前更节点关键字的数据。

对于一个已经有结构的B+树，如果向叶节点插入数据导致分裂条件满足，那么分类会从叶节点开始，接着是其父节点，一层一层地往上分裂，直到每个节点的孩子数不超过B+数的阶数即可。每个节点在分裂时，都会选择节点中间大小元素分裂，将这个元素向上移至父节点，然后检查父节点的孩子节点个数是否大于B+树的阶数，如果大于，那么重复之前的过程，如果不大于则结束。

刚才说到了 B 树，B 树和 B+ 树的主要区别是什么可以讲一讲 B 树的应用场景吗？

主要区别如下:

1. B+非叶子节点只保存关键字和指针，不保存数据
2. B+树数据只保存在叶子节点中
3. B+树叶子节点之间用指针连接

字段加索引，你是否在自己的项目中用过呢？你觉得什么样的字段适合加索引？

项目经历模块

科研项目的步骤？