

西安电子科技大学

考试时间 120 分钟

试 题

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	总分
分数									

1. 考试形式：闭卷 ☒ 开卷 ☐

2. 考试日期： 年 月 日 (答题内容请写在装订线外)

一、关于分布式系统的概念和模型，回答下列问题。(共 20 分)

1. 设计分布式系统时通常采用消息传递模型，简述消息传递模型的含义。(4 分)
2. 消息传递模型与设计多线程并行计算系统时采用的模型有何不同？(2 分)
3. 要设计能够真正用于实际生产环境的多计算节点分布式协作系统，必须要考虑容忍哪几类错误？(6 分)
4. 简述失效停止节点错误模型和拜占庭节点错误模型的区别？(4 分)
5. 要利用分布式计算系统对一个大规模数据集进行排序，你所知道的排序算法中哪一种更适合？为什么？(4 分)

二、关于负载均衡技术，回答下列问题。（共 13 分）

1. 要实现一个支持高并发访问的 Web 网站系统，如何利用负载均衡技术提高该网站的水平可扩展性？如何提高网站的可用性？（4 分）
2. 列举 5 种常用的负载均衡策略。（5 分）
3. 在用服务器集群实现 Web 服务系统时，如果完成实际服务运算的后端服务器都实现了缓存机制，那么采用哪种负载均衡策略更适合？为什么？（4 分）

三、关于分布式节点之间的通信技术，回答下列问题。（共 12 分）

1. 简述远程过程调用 RPC 的实现原理和 RPC 中间件的主要作用。（4 分）
2. 互联网电商平台在应对秒杀、双十一突发访问峰值等场景时如何利用分布式消息中间件提高系统的高并发服务能力？（4 分）
3. 除了 RPC 和消息队列通信方式，分布式系统中不同节点之间还可以采用哪些通信方式？（列举 2 种）（4 分）

四、关于分布式共识和分布式一致性模型，回答下列问题。（共 9 分）

1. 在一个包含 n 个节点的分布式系统中应用 Paxos 或 Raft 分布式共识协议实现不同节点间的数据同步，最多可以容忍多少个节点的失效？（3 分）
2. 某个支持多副本模式的分布式存储系统采用了如下设计：客户端的写入操作都发送给主节点，主节点写入本地存储的同时将该请求广播给所有副本从节点。主节点等到所有副本节点返回同步成功的消息之后再给该客户端返回写入成功消息。如果某个副本节点超过规定时间没有响应，主节点就反复重试。客户端的读取请求可以发送给主节点或任意的副本从节点。请问该系统设计是否满足强一致性模型？是否满足最终一致性模型？为什么？（6 分）

五、关于 HDFS 分布式存储系统，回答下列问题。（共 10 分）

1. 简述客户端读取一个 HDFS 文件时与 NameNode 节点和 DataNode 节点的交互过程。（4 分）
2. 为了提高数据存储的可靠性，HDFS 在设计上采取了哪些技术措施？（至少给出 2 种）（4 分）
3. 为什么 HDFS 不适合存储大量的小文件？（2 分）

六、针对以下分布式数据库设计场景回答问题。（共 12 分）

场景描述：假设某分布式数据库系统根据新插入数据记录的主键(key)选择不同的服务器节点存储该记录，共有 N 个存储服务器，标识号分别为 ID_1, ID_2, \dots, ID_N 。另外假定存在理想的无碰撞哈希函数 H ，能够将任意的字符串转化为 5bit 的正整数， H 的输出结果在区间 $[0, 31]$ 上均匀分布。向该数据库共插入了 10 条记录，这 10 条记录的主键的哈希值分别为 1,3,5,9,14,15,19,21,26,31。

1. 假定用以下策略选择具体的存储服务器：计算 $i = H(\text{key}) \bmod N$ ，其中 \bmod 表示取余运算，然后将当前记录存储在服务器 ID_{i+1} 中。初始时 $N=3$ ，当增加一个服务器 ID_4 时会有多少条数据记录需要在不同服务器节点间移动？给出计算过程。（4 分）。
2. 设 $N=3$ ，并且 $H(ID_1)=4, H(ID_2)=23, H(ID_3)=13$ 。如果采用基于一致性哈希算法的服务器选择策略，那么这三台服务器分别存储了几条记录？给出计算过程。（4 分）
3. 接上题，仍然采用基于一致性哈希算法的服务器选择策略，当增加一个服务器 ID_4 （已知 $H(ID_4)=30$ ）时，有多少条数据记录需要在不同服务器节点间移动？（4 分）

七、根据需求，描述 MapReduce 程序的实现方法。（12 分）

假定作为输入的 HDFS 数据文件中保存了某公司员工的工资信息，格式如下：

员工姓名 1, 部门 1, 年份 1, 月份 1, 工资金额 1,
 （注：
 为换行符）

员工姓名 2, 部门 1, 年份 1, 月份 1, 工资金额 2,

员工姓名 3, 部门 2, 年份 1, 月份 1, 工资金额 3,

员工姓名 4, 部门 3, 年份 1, 月份 1, 工资金额 3,

... ..

员工姓名 1, 部门 1, 年份 1, 月份 2, 工资金额 4,

员工姓名 2, 部门 1, 年份 1, 月份 2, 工资金额 5,

... ..

已知该公司 2021 年没有人员流动。现要求编写 MapReduce 程序，统计不同部门员工 2021 年的年平均工资，即输出如下形式的统计数据：

部门 1, 员工年平均工资 1

部门 2, 员工年平均工资 2

.....

用伪代码描述该 MapReduce 程序的主要设计思想。

八、根据需求，描述 Spark 程序的实现方法。（12 分）

假定作为输入的 HDFS 数据文件中保存了一个大规模的有向图，该文件每一行都存放了一个形如<ID1, ID2, Weight>的三元组，表示一条以节点 ID1 为始点、节点 ID2 为终点的有向边，Weight 是边的权值。现要求设计基于 Spark 并行计算模型的程序对该文件进行分析，获得所有度数（出度+入度）大于 1000 的节点的标识。用伪代码描述该 Spark 程序的主要思想。