

# CSAPP-DataLab 实验报告

## 一、 各谜题的思路

1. 异或即不是均为1且不是均为0，根据德摩根定律， $(A \cup B)^C = A^C \cap B^C$ ，分别用 $\sim x \& \sim y$ 和 $x \& y$ 得到均为0，均为1，用 $\sim$ 对它们取反，再用 $\&$ 并即可。
2. 32位补码表示的最小值的二进制是1后面加上31个0，用1左移31位即可。
3. 32位补码的最大值的一个特点是+1后会变成最小值，而最小值的逆元是本身，那么 $x + x + 2$ 就会得到0，但这个方法的一个问题是-1也满足这个特征，我们再+!( $x + 1$ )来排除掉-1，最后取逻辑反即可。
4. 我们先用0xAA移位构造一个奇数位全为1的掩码0xAAAAAAAA，要检查一个数是否奇数位全为1，用它和掩码取并，如果奇数位都是1，结果应该等于掩码，否则不等于，用这个结果去和掩码异或判断是否等于掩码，最后取逻辑反得到答案。
5. 构造一个和原数相加得到0x100000000(即1后面32个0)的数即可，因为0x100000000会被截断为0。而一个数加上它的按位取反，得到的是0xFFFFFFFF，那么我们要的数就是这个数按位取反再+1。
6. 根据上一题成果，减去一个数就是加上一个数的逆元，先用这个数减去0x30，记为y，再用y减去0xA，记为z，在0x30到0x39之间意味着y非负而z是负数，那么y的最高位应为0，z的最高位应为1，我们通过把有符号数算数右移31位，再和1取并得到其符号位，最后通过对y的符号位取逻辑反，再和z的符号位取并来判断是否是我们想要的0和1。
7. 首先我们通过对x取两次逻辑反，把它归一化为0或者1，记为mask，取mask的逆元，为0或者-1(0xFFFFFFFF)，如果x非0，此时mask是0xFFFFFFFF，和y并等于y，而 $\sim mask$ 是0，和z并是0，两者再取或最终得到y，x为0时同理。
8. 首先我们通过和之前一样的方法得到x和y的符号位，对两者异或判断它们是否符号位不同，计算 $y - x$ 并取符号位，判断 $y - x$ 是否为负， $x \leq y$ 有两种情况，一种是它们符号不同并且x是负数，另一种是符号相同并且 $y - x$ 非负，对两种情况取或即可。值得注意的是，符号不同的时候， $y - x$ 可能为溢出变为负数，所以对于这种情况单独讨论，直接看x是不是负数。
9. 逻辑反的核心是判断是否为0，我们取x的逆元，如果x不是0，那么x和x的逆元至少有一个符号位是1，我们把两者按位或的结果右移31位，得到的根据其符号位，要是全1，要是全0，给这个结果+1，就能把-1(0xFFFFFFFF)转换为0，0转换位1即可。

10. 判断最少需要多少位，对于非负数，只要知道最高的一个1在哪里，对于负数则是要知道最高的一个0在哪里，然后再加上符号位，非负数为0负数为1即可。首先，我们把 $x$ 算术右移31位，如果 $x$ 是非负数的话是0，负数是 $0xFFFFFFFF$ ，用这个结果和 $x$ 异或，如果 $x$ 是非负数，结果不变，如果 $x$ 是负数，则是把每一位翻转了，这样我们就把非负数和负数两种情况统一起来了。现在目标就是找到最高位的1，我们用二分搜索的想法实现。我们先检查 $x$ 的前一半，即高16位有没有1，如果有，再去检查高16位的前一半，即高8位；如果没有，我们去检查 $x$ 的后一半中的前一半。重复这样的步骤，直到检查的只有一位，最后再+1用于符号位即可（对于0，过程中一直没找到1，最后+1即为用一个0来表示0）。
11. 首先通过和相应的掩码取并，取出这个浮点数的 $sign, exp, frac$ 。然后检查 $exp$ 是否全1，如果是的话，按题目要求直接返回，然后看 $exp$ 是否全0，如果是的话说明是0或者非规格化数，这种情况 $frac$ 左移一位来 $\times 2$ 即可（利用非规格化数和规格化数之间的平滑转变），再和 $sign$ 取或来补上符号。如果 $exp$ 不是以上两种特殊情况，那我们给 $exp + 1$ 即可，这时候要判断一下 $exp + 1$ 后是否变成了全1，如果是的话，和 $sign$ 取或，按要求返回，如果不是的话，返回 $sign, exp, frac$ 三者的或即为最后答案。
12. 我们还是先取出 $sign, exp, frac$ ，然后先判断 $exp$ 是否全1，如果是按题目要求返回相应的值，再判断 $exp$ 是否全0，如果是的话，这个数的绝对值小于1，根据 $float$ 强制类型转换为 $int$ 的规则，由于会直接丢弃小数位，返回0即可。对于其他情况，我们先减去 $bias$ ，算出真实的指数 $e$ ，如果小于0，最后的数仍然绝对值小于1，直接输出0，如果大于30，这个数字的绝对值大于等于 $2^{31}$ ，超出了有符号 $int$ 的范围，按题目要求输出相应的值。排除所有特殊情况后，我们先给 $frac$ 加上规格化表示中省去的那个1（ $frac$ 是第0到22位，1左移23位即可），这个1对应位的真实权重应该是 $2^0$ ，而在我们目前的 $frac$ 里面，这一位对应的权重是 $2^{23}$ ，所以我们需要除掉 $2^{23}$ 才能还原成真实权重。此外， $e$ 的效果是乘以 $2^e$ ，也就是左移 $e$ 位。因此，我们给 $frac$ 左移 $e$ 位，再右移23位（这满足强制类型转换中的直接舍弃小数），即可得到真实值，最后判断 $sign$ 得到最后答案。

## 二、 评分结果

Correctness Results			Perf Results		
Points	Rating	Errors	Points	Ops	Puzzle
1	1	0	2	7	bitXor
1	1	0	2	1	tmin
1	1	0	2	6	isTmax
2	2	0	2	9	allOddBits
2	2	0	2	2	negate
3	3	0	2	12	isAsciiDigit
3	3	0	2	8	conditional
3	3	0	2	15	isLessOrEqual
4	4	0	2	5	logicalNeg
4	4	0	2	34	howManyBits
4	4	0	2	12	floatScale2
4	4	0	2	14	floatFloat2Int
Score = 56/56 [32/32 Corr + 24/24 Perf] (125 total operators)					