



数据结构与算法 (Python版)

图灵机计算模型

陈斌 北京大学 gischen@pku.edu.cn

图灵机Turing Machine

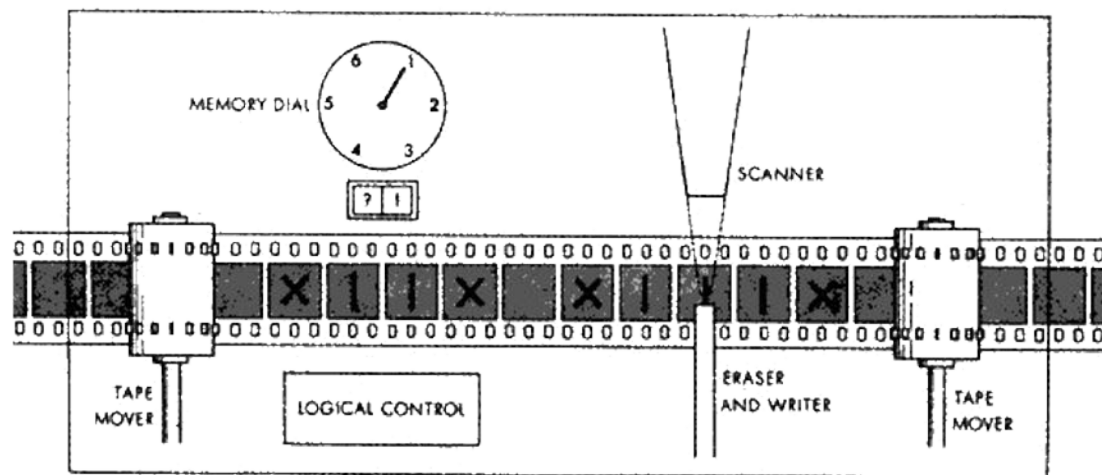
❖ 1936年，Alan Turing提出的一种抽象计算模型

基本思想是用机器模拟人们用纸笔进行数学运算的过程，但比数值计算更为简单



图灵机Turing Machine基本概念

- ❖ 在纸上**写上**或**擦除**某个**符号**；
- ❖ 把**注意力**从纸的一个位置转向另一个位置
- ❖ 在每个阶段，要决定下一步动作依赖于：
 - (a)此人当前所关注的纸上某个位置的符号和
 - (b)此人当前思维的状态。



The.Imitation.Game.2014

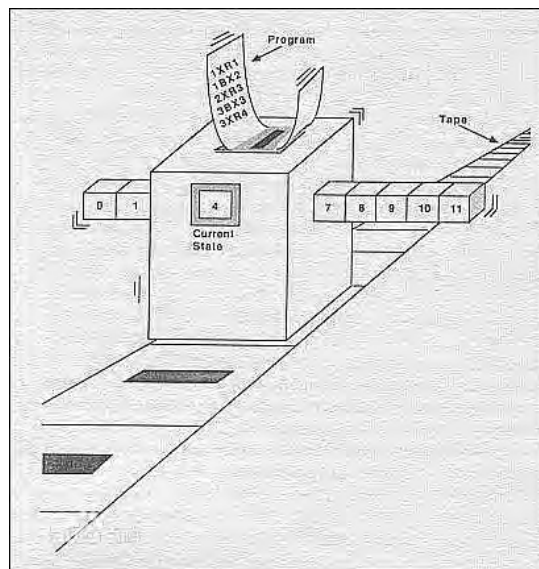


图灵机的基本定义

❖ 图灵机由以下几部分构成

- 一条无限长的分格纸带，每格可以记录1个符号
- 一个读写头，可在纸带上左右移动，能读出和擦写格子的字符
- 一个状态寄存器，记录有限状态中的1个状态
- 一系列有限的控制规则：

- 某个状态，读入某个字符时：
- 要改写成什么字符
- 要如何移动读写头
- 要改变为什么状态



看一个图灵机例子

❖ 判定 $\{a^m b^m \mid m \geq 0\}$ ：左半部全是a，右半部全是b，且ab数量相等的字符串

如：ab、aabb、aaaabbbb，进入“接受”状态

如：b、ba、abb，进入“拒绝”状态

❖ 规则思路：读写头来回移，将a和b一一对消，如果最后剩下空白B则接受，否则拒绝

初始状态s0是读写头停在第一个字符处

s1状态是读写头正在右移

s2状态是读写头到字符串最右边

s3状态是读写头正在向回左移

判定 $a^m b^m$ 模式串图灵机的规则 1/2

- ❖ $\langle s_0, a, B, s_1, R \rangle$: 初始碰到a消去, s_1 , 右移
- ❖ $\langle s_1, a, a, s_1, R \rangle$: 消去1个a的状态, 继续右移, 找最后一个b
- ❖ $\langle s_1, b, b, s_1, R \rangle$: 遇到b, 继续右移
- ❖ $\langle s_1, B, B, s_2, L \rangle$: 右移到尾, 状态 s_2 , 回移
- ❖ $\langle s_2, b, B, s_3, L \rangle$: 如果有b, 消去, 进入左移状态 s_3
- ❖ $\langle s_3, b, b, s_3, L \rangle$: 左移遇到b, 继续左移
- ❖ $\langle s_3, a, a, s_3, L \rangle$: 左移遇到a, 继续左移

判定 $a^m b^m$ 模式串图灵机的规则 2/2

- ❖ $\langle s3, B, B, s0, R \rangle$: 左移到头回初始状态 $s0$, 右移检查下个字符
- ❖ $\langle s0, B, B, sY, N \rangle$: a, b 都能一一消完, 则进入“接受”状态, 停机
- ❖ $\langle s0, b, b, sN, R \rangle$: b 多了, 或者 b 在 a 前, 进入“拒绝”状态, 停机
- ❖ $\langle s2, a, a, sN, R \rangle$: $s2$ 是末尾状态, 如果碰到 a , 表示 a 多了, 或者 a 在 b 后, 进入“拒绝”状态, 停机
- ❖ $\langle s2, B, B, sN, R \rangle$: $s2$ 是末尾状态, 如果没碰到 b , 表示 a 多了, 进入“拒绝”状态, 停机

数据结构与算法（Python版）



视频：演示图灵机模拟过程