

# 系统生物学作业

生信 2001 张子栋 2020317210101

**5.1 等时间计时** 假设一个 SIM 由调节因子 X 调控，X 激活下游基因  $Z_i, i = 1, \dots, n$ ，其阈值分别为  $K_i$ 。在  $t = 0$  时刻，开始以一个固定的速率  $\beta$  生成 X。设计阈值是使基因在相等的区间内一个接一个地被激活（利用逻辑输入函数）。

解：

在  $t = 0$  时刻，X 开始以固定速率  $\beta$  生成，设 X 的降解/稀释作用速率为  $\alpha$ ，则 X 浓度随时间变化函数为：

$$X(t) = \frac{\beta}{\alpha} (1 - e^{-\alpha t})$$

设所需间隔时间为  $\Delta t$ ，则：

第一个下游基因  $Z_1$  被激活的阈值为：

$$K_1 = X(\Delta t) = \frac{\beta}{\alpha} (1 - e^{-\alpha \Delta t})$$

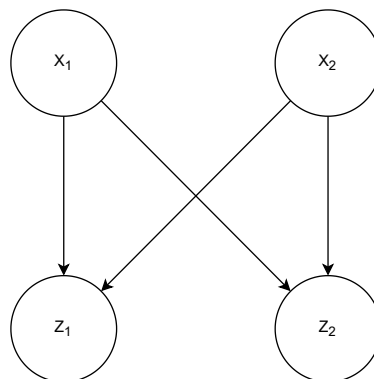
第二个下游基因  $Z_2$  被激活的阈值为：

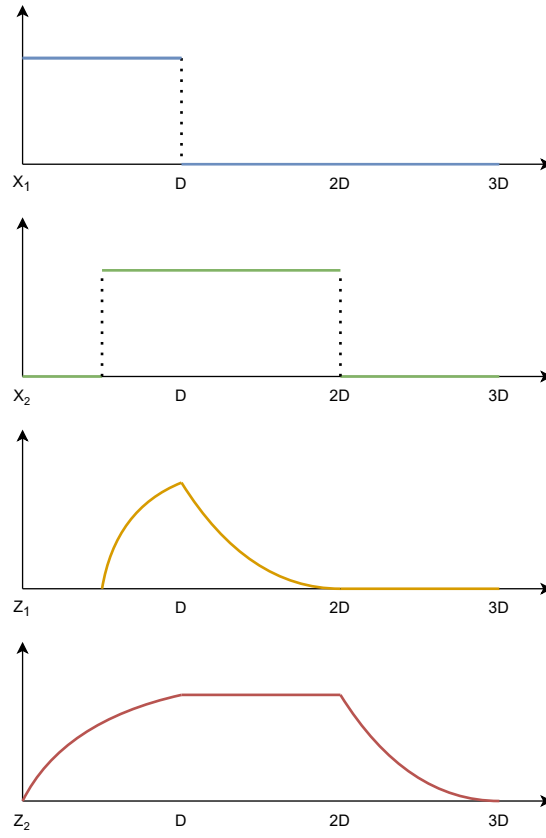
$$K_2 = X(2\Delta t) = \frac{\beta}{\alpha} (1 - e^{-2\alpha \Delta t})$$

第  $i$  个下游基因的激活阈值为：

$$K_i = X(i \cdot \Delta t) = \frac{\beta}{\alpha} (1 - e^{-\alpha i \Delta t}) \quad i = 1, 2, \dots, n$$

**5.6 双扇的动力学** 假设在一个双扇中，激活剂  $X_1$  和  $X_2$  调节基因  $Z_1$  和  $Z_2$ 。 $X_1$  的输入信号  $S_{x1}$  在  $t = 0$  时出现，在  $t = D$  时消失。 $X_2$  的输入信号  $S_{x2}$  在  $t = \frac{D}{2}$  时出现，在  $t = 2D$  时消失。给定  $Z_1$  和  $Z_2$  的输入函数分别是逻辑 AND 和逻辑 OR，用图形表示  $Z_1$  和  $Z_2$  的启动子活性的动力学特征。





$Z_1$  是逻辑 AND，随时间变化函数为：

$$\begin{cases} 0 & t < \frac{1}{2}D \\ \frac{\beta_1}{\alpha_1}(1 - e^{-\alpha_1 t}) & \frac{1}{2}D < t < D \\ \frac{\beta_1}{\alpha_1}e^{-\alpha_1 t} & t > D \end{cases}$$

$Z_2$  是逻辑 OR，随时间变化函数为：

$$\begin{cases} \frac{\beta_2}{\alpha_2}(1 - e^{-\alpha_2 t}) & t < 2D \\ \frac{\beta_2}{\alpha_2}e^{-\alpha_2 t} & t > 2D \end{cases}$$