

Examen 1: Redes booleanas

Elisa Domínguez Hüttinger

September 17, 2020

Instrucciones:

- El examen es individual.
- Pueden utilizar \mathbb{R} para resolver el examen.
- Pueden consultar sus apuntes, internet, artículos, libros.
- Tienen 1.5 horas para resolver el examen.

Considera la red sintética de regulación genética descrita en el artículo:

J. J. Collins, T. S. Gardner, and C. R. Cantor, “Construction of a genetic toggle switch in *Escherichia coli*,” *Nature*, vol. 403, no. 6767, pp. 339–342, 2000.

y esquematizada en la figura 1.

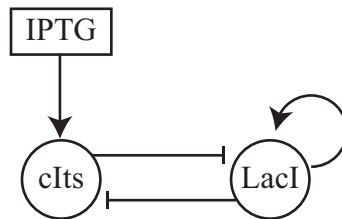


Figure 1: Red sintética de regulación genética (Collins *et al*, Nature 2000).

1. Explica la red con tus palabras. ¿Cuál es el input del sistema? (1 punto)
2. Escribe las reglas lógicas correspondientes. (1 punto)
3. ¿Cuántos atractores tiene esta red? (1 punto)
4. ¿Cuál es el atractor más probable? ¿Por qué? (1 punto)
5. La presencia de IPTG en el medio, ¿favorece o no la expresión de LacI? Argumenta. (1 punto)
6. ¿Qué le sucede a la expresión de LacI cuando cIts está constitutivamente activo? (1 punto)
7. Supongamos ahora que cIts, originalmente represor, actúa como un activador. ¿Qué repercusiones tiene sobre los niveles de expresión de LacI? (1 punto)

8. En la pregunta anterior supusiste que LacI tiene dos activadores. ¿Qué compuerta lógica elegiste para representar la regulación combinada de LacI por cIts y LacI? ¿qué sucede si eliges otra compuerta lógica para representar la activación conjunta de LacI por LacI y cIts? (1 punto)
9. Regresemos a la red original (figura 1), pero en su versión estocástica. Asumiendo que la Matriz de Probabilidades de Transición entre Atractores está dada por:

$$\Pi = \begin{bmatrix} 0.91 & 0.05 & 0.04 & 0.00 \\ 0.08 & 0.87 & 0.00 & 0.05 \\ 0.05 & 0.00 & 0.94 & 0.02 \\ 0.00 & 0.04 & 0.10 & 0.85 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Asumiendo además que inicialmente, la probabilidad de estar en el atractor 4 es 1 ($P(A = 4, t = 0) = 1$), calcula la probabilidad convergencia al atractor 1 después de $t = 100$ pasos. En otras palabras, busquemos $P(A = 1, t = 100)$ dada una condición inicial $P(A = 4, t = 0) = 1$ y una matriz de transición Π . (**Hint:** Hay dos maneras de resolver esta pregunta: (1) Con "fuerza bruta", simulando, varias veces, las cadenas de Markov correspondientes, o (2) Analíticamente, fijándose que, al ser un proceso de Markov, sin memoria, pueden encontrar una función F tal que $P(x(t)) = F(P(x(t-1)))$. (1 punto)

10. Propon una extensión a este modelo que permita representar la dinámica de *poblaciones celulares*. (1 punto)

Puntaje máximo: 10 puntos.