

# Experimentos inmunológicos: enunciado

2 de noviembre de 2010

## 1. Introducción

Un laboratorio de investigación inmunológica desea llevar a cabo una serie de experimentos para probar diversos agentes defensivos. Dichos agentes son esencialmente organismos compuestos por células sintéticas con propiedades similares a los leucocitos y otras defensas naturales del cuerpo humano.

Nos han encargado un programa para simular el efecto de dichos agentes sobre distintos tipos de agentes malignos (también conocidos como antígenos: microbios, bacterias, virus, ...), de modo que el laboratorio pueda realizar gran número de experimentos sin necesidad de emplear agentes reales, con el consiguiente ahorro de tiempo y materiales. Tened en cuenta que hoy en día existe una gran demanda de soluciones para diversas enfermedades y cualquier aportación para mejorar la investigación en este campo es muy valiosa.

Un experimento típico se organiza de la siguiente manera. Al inicio, se dispone de unos cuantos agentes defensivos, numerados correlativamente desde 1 en adelante. A continuación, se van introduciendo en el sistema diversos organismos nuevos, malignos o no, que producen las reacciones correspondientes en los organismos ya presentes en el mismo. La misión de un organismo maligno es destruir a los que no lo son y viceversa. Los nuevos organismos entran de uno en uno y hasta que no acaban las reacciones a la entrada de uno de ellos no entra el siguiente. El programa ha de gestionar dichas reacciones, mantener actualizado el estado del sistema y proporcionar mecanismos para la consulta del mismo.

Para poder distinguir a los diferentes organismos se les asigna correlativamente un natural, comenzando por el primero que sigue al número de agentes defensivos iniciales. Cada organismo conserva su identificador desde su entrada hasta que sea destruido y los identificadores de los organismos destruidos no se vuelven a utilizar. En cualquier caso, no podemos saber a priori cuántos organismos van a intervenir en estos experimentos. La información sobre si un organismo es maligno o defensivo se incluye junto con los demás datos del mismo en el momento de la lectura.

Cuando aparece un nuevo organismo, de entrada se le asigna su identificador. En caso de que sea un organismo maligno, se enfrentan contra él todos los agentes defensivos, en orden creciente de identificador, hasta destruirlo o hasta haberse probado contra él todos los agentes defensivos. En caso de que sea defensivo, se le hace enfrentarse a todos los organismos malignos que queden en el sistema, en orden creciente de identificador, hasta que lo destruyan a él o hasta haber probado con él todos los organismos malignos, es decir, lo mismo que en el caso anterior pero cambiando los papeles.

El enfrentamiento, que describimos más adelante, de un agente defensivo contra un organismo maligno tiene cuatro posibles resultados:

- El defensor destruye al maligno y queda disponible para seguir actuando
- El defensor destruye al maligno, pero él mismo queda también destruido
- El maligno destruye al defensor y queda disponible para seguir actuando
- Ninguno de los dos destruye al otro ni queda destruido

En conclusión, el sistema alberga en todo momento dos tipos de organismos: los defensivos y los malignos. El número de los mismos va evolucionando conforme se vayan produciendo las entradas de organismos nuevos. En el momento en que entra un organismo nuevo, el sistema está habitado por los organismos de los dos tipos que han sobrevivido a los procesos anteriores. El nuevo organismo puede generar la muerte y desaparición de algunos de los organismos ya existentes y él mismo puede morir (y, por tanto, desaparecer) o bien sobrevivir a los enfrentamientos que se producen al efectuar su entrada.

## 2. Estructura de un organismo

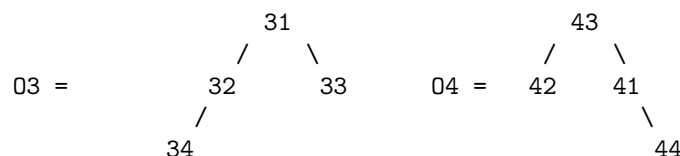
Suponemos que los dos tipos de organismos tienen la misma estructura: un conjunto de células conectadas entre sí. El número de células de un organismo no se puede acotar de antemano.

Un organismo consta de una primera célula, llamada madre, que puede estar conectada con un máximo de otras dos células, llamadas sucesoras izquierda y derecha; cada una de éstas puede tener a su vez un máximo de dos sucesoras y así sucesivamente. Una misma célula no puede ser sucesora de sus sucesoras, o de las sucesoras de sus sucesoras, etc.

Por su parte, cada célula contiene una cierta información basada en su potencia defensiva o maligna según el caso. Dicha potencia se expresa en términos de  $N$  parámetros que representan distintas propiedades (presencia de ciertos elementos químicos, capacidad de regeneración, movilidad, etc). Dichos parámetros se identifican mediante los naturales entre 1 y  $N$ . Sus valores son números reales positivos con dos decimales. Por otra parte, cada célula también lleva asociado un valor natural, que indica su tolerancia global a los ataques de otros organismos. Por último, cada célula posee un identificador numérico natural. Dentro de un mismo organismo, los identificadores de las células no se repiten. No debe suponerse que dos células con el mismo identificador, pero pertenecientes a distintos organismos, hayan de ser iguales. De hecho, veremos que los identificadores de las células son irrelevantes para los procesos que vamos a describir, excepto la representación gráfica o la escritura de datos.

## 3. Lucha entre organismos

Dos organismos sólo pueden destruirse si tienen el mismo número de células y estructuras celulares simétricas. En caso contrario, ninguno de ellos destruye al otro. Definimos la simetría basándonos en los conceptos de izquierda y derecha. Por ejemplo, los organismos O3 y O4, aquí representados, son simétricos y se enfrentarían. Como convenios gráficos, la sucesora izquierda de una célula es la que cuelga a su izquierda y la sucesora derecha es la que cuelga a su derecha. Sólo escribimos el identificador de cada célula, para simplificar la figura, pero ha de quedar claro que cada célula contiene toda la información descrita en el apartado anterior.



Cuando se enfrentan dos organismos, su lucha se desarrolla de forma que cada célula de uno de ellos se enfrenta a la que se encuentra en la posición simétrica a la suya en el otro árbol. En el ejemplo anterior, los enfrentamientos de células serían:

- 31 contra 43
- 33 contra 42
- 32 contra 41

- 34 contra 44

Decimos que un organismo  $X$  destruye a otro organismo  $Y$  si el número de células de  $X$  que vencen a su correspondiente en  $Y$  es estrictamente mayor que las que son derrotadas. En caso de empate, los dos quedan destruidos. Notad que el orden de los enfrentamientos es indiferente, pero hay maneras más interesantes que otras de organizarlos.

## 4. Lucha entre células

El enfrentamiento entre dos células  $A$  y  $B$  se establece en términos de sus respectivos indicadores de tolerancia (llamémoslos  $IT_A$  e  $IT_B$ ) y de los  $N$  parámetros de cada una. Denotemos por  $MAY_A$  al número de parámetros de  $A$  cuyo valor es estrictamente mayor que el de su correspondiente en  $B$  y, de la misma forma, sea  $MAY_B$  el número de parámetros de  $B$  cuyo valor es estrictamente mayor que el de su correspondiente en  $A$ . Consideremos la diferencia  $MAY_A - MAY_B$ :

- si es menor que  $-IT_A$ , la que vence es  $B$
- si es mayor que  $IT_B$ , la que vence es  $A$
- si pertenece al intervalo  $[-IT_A..IT_B]$ , no vence ninguna

Notad que el enfrentamiento entre dos células es una operación conmutativa: dadas dos células  $A$  y  $B$  cualesquiera, la vencedora de enfrentar a  $A$  contra  $B$  es la misma que la de enfrentar a  $B$  contra  $A$ . Por extensión, el enfrentamiento entre dos organismos también es conmutativo.

**SE PIDE:** Diseñar un programa modular razonablemente eficiente que gestione los procedimientos arriba descritos para un experimento. En primer lugar, deberá leer la situación de partida, es decir, la información relativa al grupo inicial de organismos defensivos. Podemos suponer que el número de dichos organismos se conoce al comenzar la inicialización. Después tendrá que ir procesando las diversas tareas que se le pidan. Estas podrán ser las siguientes:

1. Introducir un nuevo organismo en el sistema. Se habrán de procesar y aplicar todas las reacciones que dicho organismo desencadene, los enfrentamientos y desapariciones que se produzcan, etc. Además, se habrá de informar de los resultados de dichas reacciones: a cuántos organismos rivales destruye y si él mismo es destruido o no.
2. Escribir la lista, en orden creciente por identificador, de los organismos que permanecen en el sistema. Pueden pedirse sólo los defensivos o sólo los malignos. En ambos casos, para cada organismo hay que proporcionar su identificador, cuántos organismos rivales ha destruido desde su entrada hasta el momento y, opcionalmente, su estructura celular (pero sólo el identificador de cada célula).

La forma de comunicarnos con el programa para que realice dichas tareas será parecida a la de los casos de estudio anteriores: "Cubeta", "Factor Psi", etc. Podéis diseñar un esquema provisional que ya refinaréis cuando conozcáis el juego de pruebas público.

Esquema de programa principal:

```
inicializar sistema
leer opcion
mientras no final hacer
  si opcion = 1 -> añadir organismo
  [] opcion = 2 -> escribir sistema
fsi
leer opcion
fmientras
```