### **International Olympiad in Informatics 2013**



6-13 July 2013 Brisbane, Australia Day 2 tasks

game

Spanish -1.1

Bazza y Shazza juegan al juego siguiente. Hay un tablero formado por una cuadrícula con R filas numeradas como 0, ..., R - 1, y C columnas numeradas como 0, ..., C - 1. Denotamos la casilla de la fila P y columna Q como (P, Q). Cada casilla contiene un entero no negativo, y al principio del juego todos estos enteros toman por valor 0.

El funcionamiento del juego es el siguiente. En cualquier momento, Bazza puede realizar una de las siguientes dos acciones:

- modificar una casilla (P, Q), cambiando el valor del entero que contiene;
- pedirle a Shazza que calcule el máximo común divisor (MCD, o GCD en sus siglas en inglés) de los enteros contenidos en un bloque rectangular de casillas, cuyas esquinas opuestas son (P, Q) y (U, V), ambas inclusive.

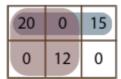
Bazza realizará  $N_U + N_Q$  acciones (modificando las celdas  $N_U$  veces y haciendo  $N_Q$  preguntas) antes de que se aburra y se vaya a jugar al cricket.

Tu tarea consiste en calcular las respuestas correctas.

# **Ejemplo**

Supón que R = 2 y C = 3, y que Razza empieza realizando las siguientes modificaciones:

- Modifica la casilla (0, 0) asigándole el valor 20;
- Modifica la casilla (0, 2) asignándole el valor 15;
- Modifica la casilla (1, 1) asignándole el valor 12.

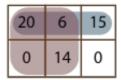


La cuadrícula resultante se muestra en la imagen de arriba. A continuación Bazza podría preguntar el MCD de los rectángulos siguientes:

- Esquinas opuestas (0, 0) y (0, 2): Los tres enteros contenidos en este rectángulo son 20, 0 y 15, y su MCD es 5.
- Esquinas opuestas (0, 0) y (1, 1): Los cuatro enteros contenidos en este rectángulo son 20, 0, 0 y 12, y su MCD es 4.

Supón que Bazza realiza las siguientes modificaciones.

- Modifica la casilla (0, 1) asignándole el valor 6;
- Modifica la casilla (1, 1) asignándole el valor 14.



En la figura de arriba se muestra la nueva cuadrícula. A continuación Bazza podría volver a preguntar el MCD de los rectángulos siguientes:

- Esquinas opuestas (0, 0) y (0, 2): Ahora los tres enteros contenidos en este rectángulo son 20, 6 y 15, y su MCD es 1.
- Esquinas opuestas (0,0) y (1,1): Ahora los cuatro enteros contenidos en este rectángulo son 20,6,0 y 14, y su MCD es 2.

Bazza ha realizado en total  $N_U = 5$  modificaciones y  $N_Q = 4$  preguntas.

## Implementación

Se te pide que envíes un archivo que implemente los procedimientos init() y update(), así como la función calculate(), como se describe a continuación.

Para ayudarte, la plantilla de la solución en tu ordenador (game.c), game.cpp and game.pas) incluye una función gcd2 (X, Y) que calcula el máximo común divisor de dos enteros no negativos X e Y. Si X = Y = 0 entonces gcd2 (X, Y) devolverá también 0.

La función es lo suficiéntemente rápida como para obtener todos los puntos; en particular, el tiempo de ejecución será como mucho proporcional a log(X + Y).

## Tu Procedimiento: init()

```
C/C++ void init(int R, int C);
Pascal procedure init(R, C : LongInt);
```

#### Descripción

Tu envío debe implementar este procedimiento.

Este procedimiento tiene como parámetro el tamaño inicial de la cuadrícula, y puedes utilizarlo para inicializar variables globales y estructuras de datos si lo deseas. Se llamará una sola vez, antes de la primera llamada a update() o calculate().

#### **Parámetros**

- R: Número de filas.
- C: Número de columnas.

## Tu procedimiento: update()

```
C/C++ void update(int P, int Q, long long K);
Pascal procedure update(P, Q : LongInt; K : Int64);
```

#### Descripción

Tu envío debe implementar este procedimiento.

Se llamará a este procedimiento cuando Bazza modifique el valor de alguna casilla de la cuadrícula.

#### Parámetros

- P: La fila de la casilla  $(0 \le P \le R 1)$ .
- Q: La columna de la casilla ( $0 \le Q \le C 1$ ).
- K: El nuevo valor que se asigna a la casilla.  $(0 \le K \le 10^{18})$ . Es posible que coincida con el valor actual.

### Tu Función: calculate()

```
C/C++ long long calculate(int P, int Q, int U, int V);

Pascal function calculate(P, Q, U, V : LongInt) : Int64;
```

#### Descripción

Tu envío debe implementar esta función.

Esta función debe calcular el máximo común divisor de todos los enteros que contenga el rectángulo cuyas esquinas opuestas sean (P, Q) y (U, V). Las casillas (P, Q) y (U, V) forman parte del rectángulo.

Si todos los enteros del rectángulo tienen valor cero, entonces la función deberá devolver cero.

#### **Parámetros**

- P: La fila de la casilla superior izquierda en el rectángulo  $(0 \le P \le R 1)$ .
- $\mathbb{Q}$ : La columna de la casilla superior izquierda del rectángulo ( $0 \le \mathbb{Q} \le \mathbb{C} 1$ ).
- U: La fila de la casilla inferior derecha del rectángulo ( $P \le U \le R 1$ ).
- V: La columna de la casilla inferior derecha del rectángulo ( $Q \le V \le C 1$ ).
- *Returns*: El MCD de todos los enteros contenidos en el rectángulo, o bien 0 si todos los enteros del rectángulo tienen valor cero.

# Secuencia de ejemplo

La secuencia siguiente describe el ejemplo anterior:

Llamada a la	Returns	
init(2, 3)		
update(0, 0,	20)	
update(0, 2,	15)	
update(1, 1,	12)	
calculate(0,	0, 0, 2)	5
calculate(0,	0, 1, 1)	4
update(0, 1,	6)	
update(1, 1,	14)	
calculate(0,	0, 0, 2)	1
calculate(0,	0, 1, 1)	2

# **Restricciones**

■ Time limit: Ver en subtareas.

• Memory limit: Ver en subtareas.

■  $1 \le R, C \le 10^9$ 

■  $0 \le K \le 10^{18}$ , donde K es cualquier entero que Bazza sitúe en la cuadrícula.

## **Subtareas**

Para ver los parámetros de las subtareas, acceder al apartado Subtasks de la versión en inglés.

Subtarea	Puntos	R	С	N <sub>U</sub>	N <sub>Q</sub>
1					
2					
3					
4					

# Experimentación

El corrector de tu ordenador leerá el archivo de entrada (game.in). Este fichero tiene que estar en el siguiente formato:

- línea 1: R C N
- N líneas siguientes: una acción por línea, en el orden en el que ocurren

La línea de cada acción debe seguir el siguiente formato:

```
■ para indicar update(P, Q, K): 1 P Q K
```

■ para indicar calculate(P, Q, U, V): 2 P Q U V

Por ejemplo, el ejemplo anterior se daría en el formato siguiente:

```
2 3 9

1 0 0 20

1 0 2 15

1 1 1 12

2 0 0 0 2

2 0 0 1 1

1 0 1 6

1 1 1 14

2 0 0 0 2

2 0 0 1 1
```

# Apuntes del Lenguaje

```
C/C++ Debes incluir la línea #include "game.h".

Pascal Tienes que definir unit Game. Todos los arrays se numeran desde 0 (no 1).
```

Como los enteros en cada casilla pueden ser muy largos, se aconseja que los usuarios de C/C++ usen long long, y los usuarios de Pascal usen el tipo Int64.