

## International Olympiad in Informatics 2013

July 2013 6-13

Brisbane, Australia

Day 2 tasks



### game

Hebrew — 1.1

בני (Bazza) ושירה (Shazza) משחקים משחק. במשחק יש לוח משבצות עם  $R$  שורות הממוספרות  $0, \dots, R-1$  ועמודות הממוספרות  $0, \dots, C-1$ . נסמן ב-  $(P, Q)$  את התא בשורה  $P$  ועמודה  $Q$ . בכל תא יש מספר שלם אי-שלילי. בתחילת המשחק, כל התאים מאותחלים ל-  $0$ .

בני מנהל את המשחק. בכל תור, בני מבצע את אחת משתי הפעולות הבאות:

- פעולת עדכון (update) לתא  $(P, Q)$ . פעולה זו משנה את הערך בתא למספר כלשהו לבחירתו של בני.
- פעולת שאילתא: בני בוחר תת-מלבן של הלוח. בני מבקש משירה שתחשב את ה-  $GCD$  (מחלק משותף מקסימלי) של המספרים בתת-מלבן שהוא בחר. התת-מלבן מתואר על-ידי זוג פינות נגדיות  $(P, Q)$  ו-  $(U, V)$  והוא כולל את הפינות האלה.

בני יבצע בסך-הכל  $N_U + N_Q$  פעולות (מתוכן  $N_U$  פעולות עדכון ו-  $N_Q$  פעולות שאילתא). אחר כך הוא הולך לשחק קריקט.

עליכם לעזור לשירה לחשב את התשובות לשאילתות של בני.

### Example

Suppose  $R = 2$  and  $C = 3$ , and Bazza begins with the following updates:

- Update cell  $(0, 0)$  to 20;
- Update cell  $(0, 2)$  to 15;
- Update cell  $(1, 1)$  to 12.

20	0	15
0	12	0

The resulting grid is shown in the picture above. Bazza might then ask for GCDs in the following rectangles:

- Opposite corners  $(0, 0)$  and  $(0, 2)$ : The three integers in this rectangle are 20, 0 and 15, and their GCD is 5.
- Opposite corners  $(0, 0)$  and  $(1, 1)$ : The four integers in this rectangle are 20, 0, 0 and 12, and their GCD is 4.

Now suppose Bazza makes the following updates:

- Update cell  $(0, 1)$  to 6;
- Update cell  $(1, 1)$  to 14.

20	6	15
0	14	0

The new grid is shown in the picture above. Bazza might then ask for GCDs in the following rectangles again:

- Opposite corners  $(0, 0)$  and  $(0, 2)$ : Now the three integers in this rectangle are 20, 6 and 15, and their GCD is 1.
- Opposite corners  $(0, 0)$  and  $(1, 1)$ : Now the four integers in this rectangle are 20, 6, 0 and 14, and their GCD is 2.

Here Bazza has performed  $N_U = 5$  updates and  $N_Q = 4$  questions.

## פרטי מימוש

עליכם לממש את הפונקציות `init()`, `update()`, `calculate()` המתוארות בהמשך.

לשימושכם, שלד הפתרון שנמצא על המחשב שלכם (בקובץ `game.cpp`) מכיל פונקציה `gcd2(X,Y)` שמחשבת את ה-GCD של זוג המספרים האי-שליליים  $X, Y$ . אם  $X=Y=0$  אז `gcd2(X,Y)` מחזיר 0.

הפונקציה הזאת היא פונקציה מהירה ולכן, באמצעות שימוש בה, ניתן לקבל ניקוד מלא עבור הבעיה. בפרט, סיבוכיות זמן הריצה שלה לוגריתמית ב- $X+Y$ .

**Your Procedure: `init()`**

C/C++ `void init(int R, int C);`

Pascal `procedure init(R, C : LongInt);`

**Description**

Your submission must implement this procedure.

This procedure gives you the initial size of the grid, and allows you to initialise any global variables and data structures. It will be called only once, before any calls to `update()` or `calculate()`.

**Parameters**

- `R`: The number of rows.
- `C`: The number of columns.

**Your Procedure: `update()`**

C/C++ `void update(int P, int Q, long long K);`

Pascal `procedure update(P, Q : LongInt; K : Int64);`

**Description**

Your submission must implement this procedure.

This procedure will be called when Bazza assigns the number in some grid cell.

**Parameters**

- `P`: The row of the grid cell ( $0 \leq P \leq R - 1$ ).
- `Q`: The column of the grid cell ( $0 \leq Q \leq C - 1$ ).
- `K`: The new integer in this grid cell ( $0 \leq K \leq 10^{18}$ ). May be the same as the current value.

**Your Function: calculate ()**

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

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

**Description**

עליכם לממש את הפונקציה הזאת.

הפונקציה הזאת צריכה לחשב את ה - GCD של כל המספרים במלבן המוגדר על-ידי הפינות  $(P, Q)$  ו  $(U, V)$ . המלבן כולל את שתי הפינות שמגדירות אותו.

אם כל המספרים במלבן הם 0 אז הפונקציה צריכה להחזיר 0.

**Parameters**

- $P$ : The row of the top-left cell in the rectangle ( $0 \leq P \leq R - 1$ ).
- $Q$ : The column of the top-left cell in the rectangle ( $0 \leq Q \leq C - 1$ ).
- $U$ : The row of the bottom-right cell in the rectangle ( $P \leq U \leq R - 1$ ).
- $V$ : The column of the bottom-right cell in the rectangle ( $Q \leq V \leq C - 1$ ).
- *Returns*: The GCD of all integers in the rectangle, or 0 if all of those integers are zero.

## Sample Session

The following session describes the example above:

Function Call	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

## Constraints

- Time limit: See subtasks.
- Memory limit: See subtasks.
- $1 \leq R, C \leq 10^9$
- $0 \leq K \leq 10^{18}$ , where  $K$  is any integer that Bazza places in a grid cell.

## Subtasks

הפרמטרים ל - subtasks מופיעים רק בגרסא האנגלית של המסמך הזה. בבקשה הסתכלו על הטבלה הרלבנטית שם.

Subtask	Points	R	C	$N_U$	$N_Q$	Time limit	Memory limit

## Experimentation

The sample grader on your computer will read input from the file `game.in`. This file must be in the following format:

- line 1: `R C N`
- next `N` lines: one action per line, in the order in which actions occur

The line for each action must be in one of the following formats:

- to indicate `update(P, Q, K)`: `1 P Q K`
- to indicate `calculate(P, Q, U, V)`: `2 P Q U V`

For instance, the example above should be provided in the following format:

```
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
```

## Language Notes

**C/C++** You must `#include "game.h"`.

**Pascal** You must define the `unit Game`. All arrays are numbered beginning at `0` (not `1`).

שימו לב שהמספרים בתאים יכולים להיות גדולים מאד. לכן, מומלץ להשתמש בטיפוס הנתונים `.long long`